

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA RODRIGUES DA SILVA MEIRELLES

AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA EM CAVALOS SUBMETIDOS À
PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA

CURITIBA

2017

JÉSSICA RODRIGUES DA SILVA MEIRELLES

AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA EM CAVALOS SUBMETIDOS À
PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Professor Dr. Peterson Triches Dornbusch

CURITIBA

2017

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada "AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA EM CAVALOS SUBMETIDOS A PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA" apresentada pela Mestranda JÉSSICA RODRIGUES DA SILVA MEIRELLES declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou a candidata Apta para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 17 de fevereiro de 2017

Professor Dr. Peterson Triches Dornbusch
Presidente/Orientador

Professor Dr. Carlos Afonso de Castro Beck
Membro

Professor Dr. Marcos Gonçalves Sousa
Membro

Curitiba, 17 de fevereiro de 2017.

Dedico esse trabalho ao meu amado marido Guilherme, meu parceiro da vida, que viveu cada minuto desse sonho junto comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me abençoado com uma família maravilhosa, por ter me dado saúde e forças, principalmente nos momentos difíceis.

Ao meu marido Guilherme Meirelles, por ser esse ser humano especial que é, por ser meu parceiro em tudo e o tempo todo. Agradeço pelo companheirismo em todas as noites mal dormidas, em todos dias sem almoço ou janta, de trabalho e estudo. Sem você eu não teria conseguido.

Aos meus pais, que nunca mediram esforços para que eu realizasse meus sonhos e sempre estiveram próximos, dando-me muito amor e incentivo, principalmente quando a tristeza e as incertezas tomavam conta de mim.

Aos meus irmãos que souberam tolerar minha ausência, sempre me ligando e mandando mensagens de carinho, o que me deu forças para seguir em frente.

À minha amiga Monalisa Castro, por participar de cada etapa desse trabalho, fazendo muitas vezes o que era minha função, por ter me colocado para cima quando eu não tinha ânimo, por ter chorado comigo nos momentos difíceis, por ter vivido cada dia bom e ruim desse trabalho ao meu lado.

À minha amiga Aline Konell, que me ajudou muito, tanto na escrita do trabalho de qualificação quanto de dissertação, corrigindo meus erros e aconselhando da melhor forma possível e também ouvindo meus desabafos nos momentos difíceis.

Aos meus avós, Francisca Nunes e José Domingues e aos meus sogros, Iaci Meirelles e Wladimir Meirelles, por estarem sempre me apoiando em todas as etapas dessa fase.

Ao meu orientador, professor Peterson Dornbusch, por ter acreditado na minha capacidade, pela confiança em mim depositada e por ter me dado tantas oportunidades.

Ao professor Marlos Gonçalves, por ter confiado em mim e por ter me proposto esse desafio, sempre muito paciente e tirando minhas dúvidas. Com certeza aprendi muito na elaboração e realização desse trabalho.

Ao professor Ricardo Vilani por ter acreditado no meu trabalho e me dado ânimo nas vezes em que me senti incompetente.

Ao professor Carlos Afonso por ter aceito meu convite e ter se deslocado do conforto do seu lar para participar dessa banca avaliadora e por ser sempre tão gentil mesmo sem me conhecer.

Aos amigos que auxiliaram no desenvolvimento prático desse projeto, Rogério Guedes, Gabriel Dusi, Paula Pavanato, Kleberson, Ana Paula Fadel, Luis Fagner, Camila Schröder, Lucimara Strugava, Ynaê Manfron, Mariana Cristofolini, Bruna Brüller e Rafael Camacho, pois sem a ajuda deles todo esse trabalho seria muito mais difícil.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos cavalos que fizeram parte desse trabalho, sem eles esse projeto não teria saído do papel.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e parentes que me ajudaram de alguma forma e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, por possibilitar a realização desse sonho.

*“Os dois dias mais importantes da sua vida
são: o dia em que você nasceu, e o dia em
que você descobre o porquê. ”*

Mark Twain

RESUMO

Pericardiotomia é o procedimento cirúrgico de abertura do pericárdio, sendo uma técnica rápida, de fácil realização e sem complicações significativas. É indicada nos casos de efusões pericárdicas recidivantes, com intuito de eliminar o risco de tamponamento cardíaco. Pode ser realizada por acessos convencionais, como a toracotomia lateral direita ou por cirurgia toracoscópica minimamente invasiva (toracoscopia). A ecocardiografia é o método não invasivo padrão ouro para avaliação da função, fluxo, estrutura e índices cardíacos em cavalos, sendo uma ótima ferramenta para o diagnóstico, monitoração e tratamento de doenças cardíacas. Não apresenta efeitos deletérios podendo ser repetida quantas vezes for necessário sem causar qualquer prejuízo ao animal. No funcionamento cardíaco, a função ventricular é geralmente considerada mais importante do que a atrial, no entanto, a função do átrio contribui significativamente para o débito cardíaco, principalmente em cavalos atletas. O Capítulo 1 objetivou avaliar o impacto da pericardiotomia parcial minimamente invasiva sobre as variáveis ecocardiográficas morfométricas e funcionais em cavalos. O Capítulo 2 objetivou avaliar o impacto da pericardiotomia parcial minimamente invasiva sobre o volume atrial e ventricular esquerdos, em cavalos. Foi realizado exame físico e laboratorial de seis equinos, quatro machos e duas fêmeas. Procedeu-se exame ecocardiográfico (ECO) transtorácico direito, entre o 4º e 5º espaços intercostais (EIC), com avaliações em quatro diferentes momentos: previamente ao procedimento cirúrgico (M0); 24 horas após (M1); 72 horas após (M2) e 28 dias após o procedimento cirúrgico (M3). Em imagens transversais do ventrículo esquerdo em plano cordal, foram mensuradas em diástole e sístole: diâmetro interno do ventrículo direito (VDd e VDs), espessura do septo interventricular (SIVd e SIVs), diâmetro interno do ventrículo esquerdo (VEd e VEs), espessura da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVEd e PLVEs). Em plano aórtico, foram quantificados o diâmetro interno da aorta (Ao) e diâmetro atrial esquerdo (AE), os quais permitiram o cálculo das variáveis: fração de encurtamento (FEC%), espessamento fracional do septo interventricular (SIV%), espessamento fracional da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE%) e relação entre diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro aórtico (AE/Ao). Em imagens longitudinais quatro câmaras, foram calculados, segundo o método área-comprimento, o volume máximo do átrio esquerdo (VAEmax), volume mínimo do átrio esquerdo (VAEmin), volume ventricular esquerdo em sístole (VVEs) e volume ventricular esquerdo em diástole (VVEd), os quais foram utilizados para determinação da fração de ejeção do átrio esquerdo (FEJ_{AE}%) e fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEJ_{VE}%). Após as avaliações ecocardiográficas basais (M0), os animais foram submetidos à pericardiotomia por toracoscopia, em decúbito lateral direito. Após 28 dias efetuou-se uma segunda toracoscopia. A pericardiotomia foi realizada com sucesso em todos os procedimentos e em apenas um animal houve complicação pós-operatória. Na avaliação após 28 dias notou-se formação de aderências em dois animais, a janela pericárdica de todos estava ampla e bem delimitada sem comprometimento da movimentação cardíaca. Nas avaliações do ECO no Capítulo 1, no M1 e M2 houve alteração estatisticamente significativa no PLVE e diminuição dos parâmetros VDd, VEd, PLVEs, AE, VEs, FEC e SIV. No Capítulo 1 concluiu-se que a técnica de pericardiotomia empregada mostrou-se promissora em equinos, tendo esta pouca ou nenhuma complicação pós-operatória. As variações dos parâmetros ecocardiográficos foram transitórias, não causando prejuízos hemodinâmicos aos animais. Nas avaliações do ECO no Capítulo 2, houve diminuição do VAEmax, VAEmin, FEJ_{AE}, VVEd, VVEs e FEJ_{VE} nas primeiras horas pós procedimento, mas aos 28 dias essa diminuição não foi observada. Sendo assim,

concluiu-se que a ecocardiografia permitiu avaliar as variáveis volumétricas propostas, demonstrando que a pericardiotomia não interferiu de maneira duradoura. Nas primeiras 72 horas observou-se redução dos volumes intracardíacos, fato que possivelmente retrata a interferência transitória da pericardiotomia na pré-carga.

Palavras-chave: cardiologia; ecocardiografia; janela pericárdica; videocirurgia.

ABSTRACT

Pericardiotomy is a surgical incision in the pericardium, being a quick and easy technique to perform, without major complications. It is indicated in cases of recurrent pericardial effusions, in order to eliminate the risk of cardiac tamponade. It can be performed by conventional accesses, such as right lateral thoracotomy or minimally invasive thoracoscopic surgery (thoracoscopy). Echocardiography is the gold standard noninvasive method for evaluation of cardiac function, flow and structure in horses, being a great tool for the diagnosis, monitoring and treatment of heart diseases. It does not present deleterious effects and can be repeated as many times as necessary without causing damage to the animal. Ventricular function is generally considered more important than atrial, however, atrial function contributes significantly to cardiac output, especially in athletic horses. The aim of Chapter 1 was to evaluate the impact of minimally invasive partial pericardiotomy on the morphometric and functional echocardiographic variables in horses. The aim of Chapter 2 was to evaluate the impact of minimally invasive partial pericardiotomy on left atrial and ventricular volume in horses. A physical and laboratorial examination of six horses, four males and two females were performed. A right transthoracic echocardiographic (ECO) was performed between the 4th and 5th intercostal spaces (EIC), with evaluations in four different moments: before the surgical procedure (M0); 24 hours after (M1); 72 hours after (M2) and 28 days after the surgical procedure (M3). In the transverse images of the left ventricle in the chordal plane, the following variables were measured in diastole and systole: right ventricular internal diameter (VDd and VDs), interventricular septum thickness (SIVd and SIVs), left ventricular internal diameter of the left ventricular free wall (PLVEd and PLVEs). In the aortic plane, the internal diameter of the aorta (Ao) and left atrial diameter (AE) were quantified, allowing the calculation of the following variables: fractional shortening (FEC%), fractional thickening of the interventricular septum (SIV%), fractional thickening of left ventricular free wall (PLVE%) and ratio between left atrium diameter and aortic diameter (AE / Ao). The maximum left atrial volume (VAEmax), minimum left atrial volume (VAEmin), left ventricular volume in systole (VVEs) and left ventricular volume in diastole (VVEd) were calculated according to the area-length method, which were used to determine the left atrial ejection fraction (FEJAE%) and left ventricular ejection fraction (FEVEE%). After the basal echocardiographic evaluations (M0), the animals were submitted to thoracoscopic pericardiotomy, in right lateral position. After 28 days a second thoracoscopy was performed. Pericardiotomy was successfully performed in all procedures and in one animal there was postoperative complications. In the evaluation after 28 days it was noticed adhesion in two animals, the pericardial window of all was broad and well delimited without compromising the cardiac movement. In the ECO assessments in Chapter 1, in M1 and M2 there was a statistically significant change in PLVE and decrease in VDd, VEd, PLVEs, AE, VEs, FEC and SIV. In Chapter 1 it was concluded that pericardiotomy is a promising technique in horses, with little or no postoperative complication. Variations in the echocardiographic parameters were transient and did not cause hemodynamic damage to the animals. In ECO assessments in Chapter 2, VAEmax, VAEmin, FEJAE, VVEd, VVEs, and FEVE decreased in the first hours post procedure, but at 28 days this decrease was not observed. Therefore, it was concluded that the echocardiography allowed to evaluate the proposed volumetric variables, demonstrating that the pericardiotomy did not interfere in a permanent way. In the first 72 hours a reduction in intracardiac volumes

was observed, a fact that probably reflects the transient interference of pericardiotomy in the preload.

Keywords: cardiology; echocardiography; pericardial window; video-surgery.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 – Sonda adaptada para intubação seletiva, emm laranja traqueotubo de 14mm, acoplado a sonda de 26mm.....28

FIGURA 2 – Cavalo submetido à anestesia geral, posicionado em decúbito lateral direito, com tricotomia ampla no tórax esquerdo para realização de toracoscopia. A linha vermelha demonstra a linha da articulação escapulo umeral, onde foram realizados os acessos para colocação da óptica.....29

FIGURA 3 – Ilustração para demonstrar os pontos de acesso nos espaços intercostais para realização da pericardiotomia. Os círculos pretos representam os pontos de aceso para colocação da óptica e os círculos em azul os pontos de acesso para colocação dos instrumentais.....30

FIGURA 4 – Imagem do hemitórax esquerdo de cavalos submetidos à toracoscopia. Nota-se: A*: coração revestido por pericárdio intacto; A: coração exposto após pericardiotomia; B*: gordura pericárdica; B: pericárdio residual; C: arco costal esquerdo; D: limite ventral do pulmão; E: aderências formadas após 28 dias; F: pinça de *Hook* modificada; G: aurícula esquerda exposta.....33

FIGURA 5 – Imagem ecocardiográfica realizada pela janela paraesternal direita. a: Imagem em modo-B, corte transversal de ventrículo esquerdo; b: Imagem em modo-M com ilustração das mensurações das diversas estruturas cardíacas. Momento em diástole (seta grossa). Momento em sístole (seta fina); c: Imagem em plano aórtico. Nota-se átrio esquerdo (AE) e aorta (Ao), com seus folhetos valvares fechados; d: ilustração da mensuração do diâmetro do AE e Ao.....38

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 – Sonda adaptada para intubação seletiva, emm laranja traqueotubo de 14mm, acoplado a sonda de 26mm.....50

FIGURA 2 – Cavalo submetido à anestesia geral, posicionado em decúbito lateral direito, com tricotomia ampla no tórax esquerdo para realização de toracoscopia. A linha vermelha demonstra a linha da articulação escapulo umeral, onde foram realizados os acessos para colocação da óptica.....51

FIGURA 3 – Ilustração para demonstrar os pontos de acesso nos espaços intercostais para realização da pericardiotomia. Os círculos pretos representam os pontos de aceso para colocação da óptica e os círculos em azul os pontos de acesso para colocação dos instrumentais.....52

FIGURA 4 – Imagem do hemitórax esquerdo de cavalos submetidos à toracoscopia. Nota-se: A: coração exposto após pericardiotomia; B*: gordura pericárdica; B: pericárdio residual; C: arco costal esquerdo; D: limite ventral do pulmão; E: aderência

formada após 28 dias; F: pinça de *Hook* modificada; G: aurícula esquerda exposta; Seta: lesão miocárdica iatrogênica causada durante o procedimento cirúrgico.....55

FIGURA 5 – Imagem ecocardiográfica em modo-B, corte longitudinal, exemplificando as mensurações de: a e b: VAEmin; c e d: VVEd. Nota-se em a: delimitação da área planimétrica mínima do átrio esquerdo; b: determinação do comprimento mínimo do átrio esquerdo desde o ânulo mitral até a base cardíaca; c: delimitação da área planimétrica do ventrículo esquerdo em diástole; d: determinação do comprimento do ventrículo esquerdo em diástole desde o ápice cardíaco até o ânulo mitral.....57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 – Descrição dos animais submetidos ao procedimento cirúrgico, número de acessos realizados, tempo cirúrgico, dificuldades encontradas, complicações e ocorrência ou não de lesão miocárdica.....31

TABELA 2 – Valores médios e desvios-padrão dos parâmetros ecocardiográficos morfométricos obtidos por modo B e M em cavalos submetidos à pericardiotomia minimante invasiva, onde $*p<0,05$37

TABELA 3 – Valores médios e desvios-padrão das variáveis AE/Ao, FEC, SIV e PLVE, avaliados no M0, M1, M2 e M3 em cavalos submetidos à pericardiotomia minimante invasiva, onde $*p<0,05$40

CAPÍTULO 2

TABELA 1 – Valores médios e desvios-padrão das mensurações de VAE_{max}, VAE_{min} e FEJ_{AE}%, avaliados com ecocardiografia nos momentos M0, M1, M2 e M3, em cavalos submetidos à pericardiotomia minimante invasiva, onde $*p<0,05$56

TABELA 2 – Valores médios e desvios padrão das mensurações de VVEs, VVE_d e FEJ_{VE}% de cavalos submetidos à pericardiotomia minimamente invasiva, nos momentos M0, M1, M2 e M3, onde $*p<0,05$58

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

VE – ventrículo esquerdo

FC – frequência cardíaca

FR – frequência respiratória

CK – creatinoquinase

AST – aspartato aminotransferase

GGT – gama glutamil transferase

ECO – exame ecocardiográfico/ecocardiografia

EIC – espaço intercostal

MHz – megahertz

Modo M - movimento

Modo B – modo bidimensional

M0 – momento prévio ao procedimento cirúrgico

M1 – momento de 24 horas após o procedimento cirúrgico

M2 – momento de 72 horas após o procedimento cirúrgico

M3 – momento de 28 dias após o procedimento cirúrgico

VDd – diâmetro interno do ventrículo direito em diástole

VDs – diâmetro interno do ventrículo direito em sístole

SIVd – espessura do septo interventricular em diástole

SIVs – espessura do septo interventricular em sístole

VEd – diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole

VEs – diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole

PLVEd – espessura da parede livre do ventrículo em diástole

PLVEs – espessura da parede livre do ventrículo em sístole

Ao – diâmetro interno da aorta

AE – diâmetro atrial esquerdo

A – área

C – comprimento

VAEmax – volume máximo do átrio esquerdo

VAE_{min} – volume mínimo do átrio esquerdo

VVE_s - volume ventricular esquerdo em sístole

VVE_d - volume ventricular esquerdo em diástole

FEJ_{AE}% - fração de ejeção do átrio esquerdo

FEJ_{VE}% - fração de ejeção do ventrículo esquerdo

% - porcentagem

FEC% – fração de encurtamento

SIV% – espessamento fracional do septo interventricular

PLVE% - espessamento fracional da parede livre do ventrículo esquerdo

FCeco – frequência cardíaca na avaliação ecocardiográfica

N* - animal utilizado

nº - número

BH – Brasileiro de Hipismo

SRD – sem raça definida

PSI – Puro Sangue Inglês

º - graus

mg – miligramas

kg – quilogramas

MPA – medicação pré-anestésica

mm – milímetros

cm – centímetros

mg/kg/min – miligramas por quilo por minuto

mL - mililitros

min – minuto

UI – unidade internacional

bpm – batimentos por minuto

g – gramas

et al.: (*et alii*) e outros

mmHg – milímetros de mercúrio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	18
1.1 OBJETIVOS.....	22
1.1.1 Objetivo geral.....	22
1.1.2 Objetivos específicos.....	22
1.2 REFERÊNCIAS	23
2 CAPÍTULO 1. AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS MORFOMÉTRICAS E FUNCIONAIS EM CAVALOS SUBMETIDOS À PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA.....	24
2.1 RESUMO.....	24
2.2 ABSTRACT	25
2.3 INTRODUÇÃO	26
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
2.6 CONCLUSÃO.....	41
2.7 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	42
2.8 REFERÊNCIAS	43
3 CAPÍTULO 2. EFEITOS DA PERICARDIOTOMIA SOBRE OS VOLUMES ATRIAL E VENTRICULAR ESQUERDOS DE CAVALOS SUBMETIDOS À PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA.....	45
3.1 RESUMO.....	45
3.2 ABSTRACT	46
3.3 INTRODUÇÃO	47
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	48
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
3.6 CONCLUSÃO.....	60
3.7 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	60
3.8 REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

Com o crescente sucesso da laparoscopia e a melhoria da instrumentação videocirúrgica, especialistas em intervenções torácicas têm explorado, cada vez mais, a possibilidade da realização de procedimentos pelo método minimamente invasivo (GINSBERG, 1993). Mesmo a toracoscopia sendo descrita desde 1910, por Hans Christian Jacobeus (HATZINGER et al., 2006), esta ressurgiu nas últimas décadas como alternativa frente à toracotomia aberta, expandido novos horizontes para cirurgias de acesso mínimo na medicina veterinária (TEIXEIRA; COUTINHHO; SILVA, 2015).

O aumento na gama de instrumentos disponíveis, sendo estes melhores do que os utilizados inicialmente, permitiu que exames diagnósticos como biópsias pulmonares e procedimentos terapêuticos como cirurgias (BARASH et al., 2013), anteriormente realizados somente no espaço pleural, passassem a ser de possível realização também no pulmão, pleura, mediastino (KAISER; BAVARIA, 1993), grandes vasos, pericárdio e esôfago (GINSBERG, 1993).

A toracoscopia, também denominada cirurgia toracoscópica videoassistida (LATHAM; DULLYE, 2011), é realizada através da inserção de um endoscópio na cavidade torácica (TEIXEIRA; COUTINHHO; SILVA, 2015), com o animal sob anestesia local, regional ou geral (BARASH et al., 2013). Embora tenha limitações importantes relacionadas ao custo dos equipamentos e, por conseguinte do procedimento (ATENCIA; DOYLE; WHITLEY, 2013), a toracoscopia, quando comparada à toracotomia, apresenta vantagens indiscutíveis como melhora na visualização dos órgãos torácicos, diminuição da dor pós-operatória (LATHAM; DULLYE, 2011) tanto aguda quanto crônica, diminuição do trauma cirúrgico, baixa mortalidade e rápida recuperação (TEIXEIRA; COUTINHHO; SILVA, 2015),

acarretando menor tempo de internação pós-operatória (GINSBERG, 1993), diminuindo significativamente os custos de internação hospitalar (SAVIO, 2005).

As principais recomendações da toracoscopia são casos de disfunções pleurais, pulmonares, mediastinais, esofágicas e pericárdicas (GINSBERG, 1993) e deve-se levar em consideração que a segurança do procedimento dependerá da habilidade do cirurgião executor e do correto monitoramento anestésico do animal (TEIXEIRA; COUTINHO; SILVA, 2015).

Apesar dos benefícios, a toracoscopia deve ser realizada com cautela nos pacientes que possuam aderências pleurais, processo inflamatório extenso, efusão pleural prévia, deficiência de coagulação, incapacidade em tolerar ventilação monopulmonar, doença pulmonar crônica severa, instabilidade hemodinâmica, choque hipovolêmico, choque cardiogênico e incapacidade em tolerar hipoxemia (LATHAM; DULLY, 2011). Quanto à taxa e o tipo de complicação pós-operatória das cirurgias toracoscópicas, estas estão relacionados ao tipo de procedimento realizado, à condição pré-operatória do paciente e à experiência da equipe cirúrgica (LATHAM; DULLY, 2011).

Para realização da cirurgia toracoscópica em cães, principalmente quando realizada em decúbito lateral, a promoção de colapso no pulmão localizado no foco cirúrgico é uma opção a ser considerada, sendo realizado através da ventilação seletiva de apenas um pulmão com colapso pulmonar passivo do pulmão contralateral. Em cavalos essa manobra também pode ser realizada facilitando a visualização cirúrgica. Os manejos anestésicos nas cirurgias toracoscópicas, com o animal sob efeito de anestesia geral, são semelhantes e a maior preocupação está relacionada ao comprometimento da ventilação pulmonar, devendo sempre ser instituída ventilação mecânica controlada (TEIXEIRA; COUTINHO; SILVA, 2015).

Com objetivo de proporcionar adequada visualização da cavidade torácica ao cirurgião, o pneumotórax pode ser instituído através da insuflação do tórax com dióxido de carbono (CO₂), porém deve ser lembrado que esta insuflação torácica pode limitar a ventilação pulmonar (BARASH et al., 2013).

Existem três principais acessos cirúrgicos na toracoscopia: intercostal, paraxifoide transdiafragmático ou subesternal e transcervical (TEIXEIRA; COUTINHO; SILVA, 2015). O acesso intercostal é o mais utilizado na medicina veterinária por ser de fácil execução. Com este acesso, é possível a visualização da superfície pleural do pulmão, superfície lateral do coração, grandes vasos e diafragma. Para realização, o animal deve ser colocado em decúbito lateral direito ou esquerdo ou em decúbito dorsal, sendo os decúbitos laterais os mais utilizados (TEIXEIRA; COUTINHO; SILVA, 2015). O acesso paraxifoide transdiafragmático fornece ótima visualização e acesso às estruturas ventrais do tórax, tais como lobos pulmonares, hilo pulmonar, mediastino, pericárdio, aorta, artéria subclávia, veia cava cranial e caudal, veias, nervos e músculos intercostais, costelas, diafragma, nervo vago e esôfago (PIGATTO et al., 2008). O acesso transcervical raramente é utilizado em medicina veterinária (TEIXEIRA; COUTINHO; SILVA, 2015).

A pericardiotomia e a pericardiectomia são procedimentos efetuados nos casos onde há ocorrência de efusão pericárdica recorrente (SHAW; RUSH, 2007), sendo realizados por meio da inserção de um endoscópio na cavidade torácica (BRUN, 2015), com o animal sob anestesia geral (BARASH et al., 2013).

A ecocardiografia é um método não invasivo de avaliação morfológica e funcional do coração, sendo utilizada para diagnóstico e acompanhamento da evolução clínica dos pacientes em tratamento (KITTLESON; KIENLE, 1998). Em cavalos, está indicada nos casos onde há hipofonese, sinais clínicos de congestão cardíaca, febre sem

origem aparente e redução da capacidade atlética sem comprometimento muscular e esquelético (MARR; BOWEN, 2010).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar as alterações ecocardiográficas secundárias à pericardiotomia minimamente invasiva em cavalos.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Avaliar o tempo cirúrgico para realização da pericardiotomia parcial minimamente invasiva em cavalos;
2. Avaliar o melhor espaço intercostal para acesso à cavidade torácica na cirurgia de pericardiotomia parcial minimamente invasiva em cavalos;
3. Avaliar as dificuldades encontradas durante o procedimento;
4. Avaliar a evolução pós-operatória dos animais operados e as complicações ocasionadas pelo procedimento cirúrgico;
5. Avaliar se a pericardiotomia promove alterações nas variáveis ecocardiográficas morfométricas e funcionais;
6. Avaliar a função sistólica e a complacência miocárdica por meio das variáveis volumétricas do ventrículo esquerdo e átrio esquerdo em cavalos submetidos à cirurgia de pericardiotomia.

1.2 REFERÊNCIAS

ATENCIA, S.; DOYLE, R. S.; WHITLEY, N. T. Thoracoscopic pericardial window for management of pericardial effusion in 15 dogs. **Journal of Small Practice**, v. 54, p. 564–569, 2013.

BARASH, P. G. et al. **Clinical Anesthesia**. Seventh ed. [s.l.] LWW, 2013.

BRUN, M. V. **Videocirurgia em pequenos animais**. 1.ed. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2015.

GINSBERG, R. J. Thoracoscopy : A Cautionary Note. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 56, n. 3, p. 801–803, 1993.

HATZINGER, M. et al. Hans Christian Jacobaeus: Inventor of Human Laparoscopy and Thoracoscopy. **Journal of endourology**, v. 20, n. 11, p. 848–850, 2006.

KAISER, L. R.; BAVARIA, J. E. Complications of thoracoscopy. **The society of thoracic surgeons**, v. 19, n. 1, p. 796–798, 1993.

KITTLESON, M. D.; KIENLE, R. D. Small Animal Cardiovascular Medicine. In: St. Louis, Missouri: Mosby, 1998. p. 603.

LATHAM, P.; DULLYE, K. K. Complications of thoracoscopy. **Anesthesiology clinics of North America**, v. 19, n. 1, p. 187–200, 2011.

MARR, C. M.; BOWEN, M. **Cardiology of the horse**. second edi ed. [s.l.] Saunders, 2010.

PIGATTO, J. et al. Produção de pneumotórax em cães e manejo por toracoscopia paraxifóide transdiafragmática. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2210–2217, 2008.

SAVIO, O. S. Biopsia pulmonar por toracoscopia videoassistida en el diagnóstico de las enfermedades pulmonares intersticiales . Nuestra experiencia. **Revista Cubana de Cirugía**, v. 44, n. 1, 2005.

SHAW, S. P.; RUSH, J. E. Canine pericardial effusion: diagnosis,treatment, and prognosis. **Compendium**, v. 29, n. 7, p. 405–411, 2007.

TEIXEIRA, P. P. M.; COUTINHO, L. N.; SILVA, M. A. M. Cirurgia toracoscópica videoassistida. In: **Videocirurgia em pequenos animais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda., 2015. p. 333.

2 CAPÍTULO 1. AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS MORFOMÉTRICAS E FUNCIONAIS EM CAVALOS SUBMETIDOS À PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA

2.1 RESUMO

Background: Estudos prévios sobre as alterações ocasionadas em cavalos após a pericardiotomia não envolveram avaliações ecocardiográficas (ECO). Desta maneira, não se sabe o impacto causado por esta cirurgia na morfologia e função cardíacas desses animais.

Objectives: Avaliar o impacto da pericardiotomia parcial minimamente invasiva sobre as variáveis ecocardiográficas morfológicas e funcionais em cavalos.

Study Design: Estudo prospectivo longitudinal.

Methods: Foram utilizados seis cavalos hígidos, nos quais realizou-se pericardiotomia minimamente invasiva. Em todos eles, foi efetuado exame ecocardiográfico em diferentes momentos: previamente ao procedimento cirúrgico (M0); 24 horas após (M1); 72 horas após (M2) e 28 dias após (M3). Foram mensurados: diâmetro interno do ventrículo direito (VDd e VDs), espessura do septo interventricular (SIVd e SIVs), diâmetro interno do ventrículo esquerdo (VEd e VEs), espessura da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVEd e PLVEs), diâmetro interno da aorta (Ao) e diâmetro atrial esquerdo (AE). Foram calculadas as variáveis fração de encurtamento (FEC%), espessamento fracional do septo interventricular (SIV%), espessamento fracional da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE%) e relação entre diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro aórtico (AE/Ao). Após 28 dias, realizou-se nova toracoscopia para inspeção da cavidade torácica.

Results: A pericardiotomia foi realizada com sucesso em todos os procedimentos e em apenas um animal houve complicação pós-operatória. Na avaliação após 28 dias notou-se formação de aderências em dois animais, a janela pericárdica de todos estava ampla e bem delimitada sem comprometimento da movimentação cardíaca. Nas avaliações do ECO no M1 e M2 houve alteração estatisticamente significativa no PLVE e diminuição dos parâmetros VDd, VEd, PLVEs, AE, VEs, FEC e SIV.

Main Limitations: Pequeno número de animais utilizados, curto tempo de avaliação após a cirurgia, curva de aprendizado do cirurgião, não padronização de raça e idade dos animais.

Conclusions: A técnica de pericardiotomia empregada mostrou-se promissora em equinos, tendo esta pouca complicação pós-operatória. As variações dos parâmetros ecocardiográficos foram transitórias, não causando prejuízos hemodinâmicos aos animais.

Palavras-chave: ecocardiografia; equinos; função cardíaca; toracoscopia

2.2 ABSTRACT

Background: Previous studies in horses after pericardiotomy did not involve echocardiographic evaluations (ECO). The impact caused by this surgery on the cardiac morphology and function is not known.

Objectives: The aim of this study was to evaluate the impact of minimally invasive partial pericardiotomy on morphometric and functional echocardiographic variables in horses.

Study Design: Prospective longitudinal study.

Methods: Minimally invasive pericardiotomy was performed in six healthy horses. Echocardiographic evaluation was performed at different moments: prior to the surgical procedure (M0); 24 hours after (M1); 72 hours after (M2) and 28 days after (M3). The internal diameter of the right ventricle (VDd and VDs), thickness of the interventricular septum (SIVd and SIVs), internal diameter of the left ventricle (VEd and VEs), left ventricular free wall thickness (PLVEd and PLVEs), aorta internal diameter (Ao) and left atrial diameter (AE) were measured. The variables fractional shortening (FEC%), fractional thickening of the interventricular septum (SIV%), fractional thickening of the left ventricular free wall (PLVE) and the relationship between left atrial diameter and aortic diameter (AE/Ao) were calculated. After 28 days, a new thoracoscopy was performed for inspection of the thoracic cavity.

Results: Pericardiotomy was successfully performed in all procedures and in one animal postoperative complication was noted. In the evaluation after 28 days it was noticed adhesion in two animals, the pericardial window of all was broad and well delimited without compromising the cardiac movement. In ECO evaluations in M1 and M2 there was a statistically significant change in PLVE and decrease in VDd, VEd, PLVEs, AE, VEs, FEC and SIV.

Main Limitations: Small number of animals used, short evaluation time after surgery, surgeon learning curve, lack of breed and age padronization.

Conclusions: Pericardiotomy is a promising technique in horses, with little postoperative complication. Variations in the echocardiographic parameters were transient and did not cause hemodynamic damage to the animals.

Keywords: echocardiography; equines; cardiac function; thoracoscopy

2.3 INTRODUÇÃO

A pericardiotomia é o procedimento cirúrgico de abertura do pericárdio e está indicada nos casos de efusões pericárdicas recidivantes, com intuito de eliminar o risco de tamponamento cardíaco [1,2]. Pode ser realizada por acessos convencionais, como a toracotomia lateral direita, a cirurgia torácica videoassistida ou por cirurgia toracoscópica minimamente invasiva (toracosopia) [2]. Quando comparada à toracotomia, a toracosopia apresenta grandes vantagens, dentre elas a redução da dor pós-operatória, diminuição do tempo de recuperação, além de melhora no aspecto cosmético e diminuição das complicações nas feridas cirúrgicas [3–5]. Na maioria das vezes a pericardiotomia é efetiva no tratamento de efusão pericárdica recidivante, sendo uma técnica rápida, de fácil realização e sem complicações significativas [1].

A ecocardiografia é o método não invasivo padrão ouro para avaliação da função, fluxo, estrutura e índices cardíacos em cavalos [6], sendo uma ótima ferramenta para o diagnóstico, monitoração e tratamento de doenças cardíacas [7,8]. Além disso, é uma técnica que não apresenta efeitos deletérios podendo ser repetida quantas vezes for necessário sem causar qualquer prejuízo ao animal [9]. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da pericardiotomia parcial minimamente invasiva sobre as variáveis ecocardiográficas morfométricas e funcionais em cavalos.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Após exame físico, no qual foram avaliados frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), peso, tempo de preenchimento capilar, temperatura retal, frequência de movimentos cecais, grau de hidratação e coloração das mucosas, seis equinos, quatro machos e duas fêmeas, foram selecionados para um estudo prospectivo longitudinal. Exames laboratoriais, como hemograma, dosagem das

enzimas creatinoquinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), ureia e creatinina foram realizados. Foram considerados critérios de inclusão a ausência de alterações nos exames clínico e laboratorial, sendo que nenhum apresentou-se não apto à participar do trabalho. Todos os animais foram contidos em tronco específico para espécie, em ambiente tranquilo e com pouca luz [10] para realização de exame ecocardiográfico (ECO) transtorácico, dispensando-se o emprego de sedativos. As avaliações foram realizadas em quatro diferentes momentos: previamente ao procedimento cirúrgico (M0); 24 horas após (M1); 72 horas (M2) e 28 dias após o procedimento cirúrgico (M3). Para otimizar a qualidade das imagens ecocardiográficas, foi realizada tricotomia no tórax direito, entre o 4º e 5º espaços intercostais (EIC), e o membro torácico direito foi tracionado e posicionado um pouco à frente do membro contralateral. As imagens foram obtidas em equipamento de ultrassonografia modelo MyLab 30 Gold (Genova, Itália), equipado com transdutor setorial de 2 MHz e capaz de realizar exames nos modos M, B e Doppler. Em imagens transversais do ventrículo esquerdo em plano cordal, foram mensuradas em diástole e em sístole: diâmetro interno do ventrículo direito (VDd e VDs), espessura do septo interventricular (SIVd e SIVs), diâmetro interno do ventrículo esquerdo (VEd e VEs) e espessura da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVEd e PLVEs). Em imagens transversais, em plano aórtico, foram quantificados o diâmetro interno da aorta (Ao) e o diâmetro atrial esquerdo (AE). Estes parâmetros permitiram o cálculo das variáveis: fração de encurtamento (FEC%), espessamento fracional do septo interventricular (SIV%), espessamento fracional da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE%) e relação entre diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro aórtico (AE/Ao).

Para realização das toracoscopias os animais foram deixados em jejum hídrico de seis horas e alimentar de 12 horas. A anestesia baseou-se em administração intravenosa de xilazina (0,5 mg/kg) como medicação pré-anestésica (MPA), indução com guaifenesina (75 mg/kg) e propofol (2 mg/kg) por via intravenosa, seguida de intubação monopulmonar do pulmão direito, com sonda traqueal nº 14 adaptada e acoplada em um traqueotubo de 26 mm (Fig 1), guiada por endoscopia traqueal.



Fig 1 - Sonda adaptada para intubação seletiva: em laranja o traqueotubo de 14 mm, acoplado a sonda de 26 mm (Fonte: Arquivo pessoal).

Para manutenção anestésica foi administrado 0,18 mg/kg/min de propofol ou 1% de isoflurano, sendo a taxa de propofol ou concentração de isoflurano ajustada para manutenção do plano anestésico.

Após as avaliações ecocardiográficas basais (M0), os animais foram submetidos à pericardiotomia por toracoscopia. Para isso foram posicionados sobre a mesa cirúrgica em decúbito lateral direito com o acesso à cavidade torácica por meio de incisão de pele de aproximadamente 2 cm no espaço intercostal esquerdo escolhido, na linha da articulação escapulo umeral (Fig 2), seguida de incisão e divulsão romba da musculatura.

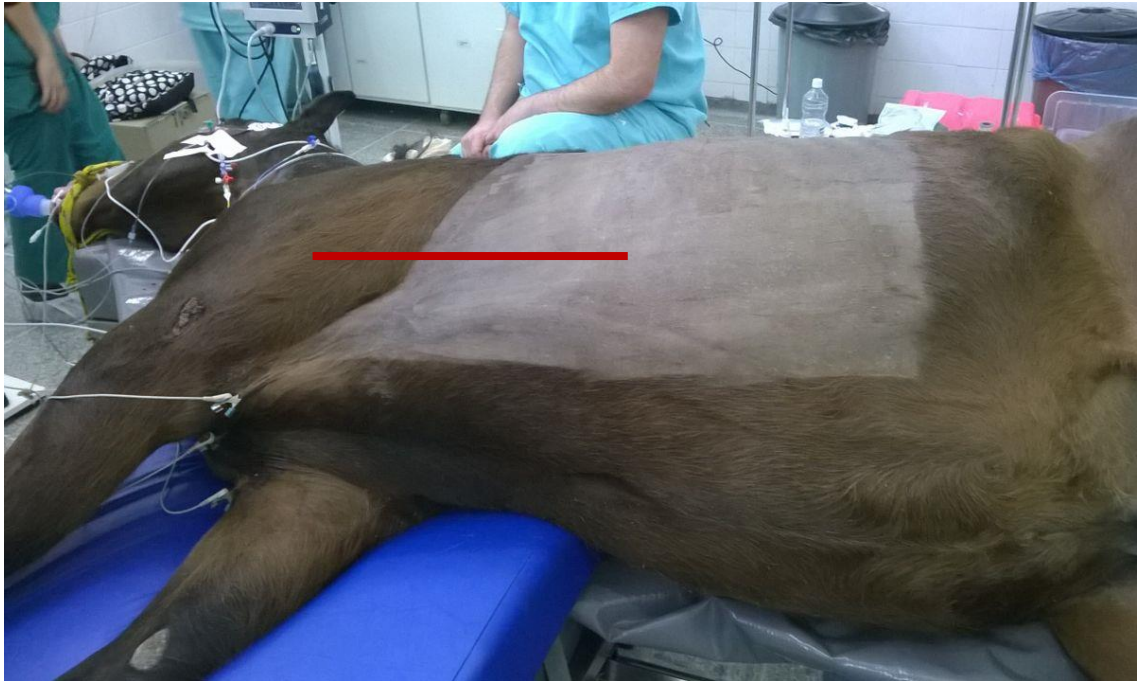


Fig 2 – Cavalo submetido à anestesia geral, posicionado em decúbito lateral direito, com tricotomia ampla no tórax esquerdo para realização de toracoscopia. A linha vermelha demonstra a linha da articulação escapulo umeral, onde foram realizados os acessos para colocação da óptica (Fonte: arquivo pessoal).

Com o uso de uma pinça hemostática de *Cocker* a incisão foi aprofundada por divulsão romba até que a pleura parietal fosse perfurada, promovendo o pneumotórax. Pela abertura foi introduzido o trocarte de 11 mm com rosca (*endotip*) e pelo interior deste foi introduzida a óptica de 10 mm acoplada à micro câmera. A inspeção foi realizada inicialmente com a óptica de 0° com 33 cm de comprimento e posteriormente utilizou-se óptica de 30° com 54 cm de comprimento. O pneumotórax foi instituído com dióxido de carbono e ajustado a uma pressão máxima de 4 mmHg, abaixo da pressão utilizada por Fernández et al. (2004). A colocação de mais dois portais foi realizada para introdução dos instrumentais nos três primeiros procedimentos, sob visualização direta. Em cada um desses portais foi colocado *endotip* liso para introdução dos instrumentais. Nos três últimos procedimentos procedeu-se a colocação de apenas dois portais, sendo um para introdução da óptica e o segundo utilizado para colocação do instrumental (Fig 3). O acesso para colocação do segundo portal nos três últimos

procedimentos foi realizado no 6º EIC, com colocação de endotip liso e passagem do instrumento por dentro deste.

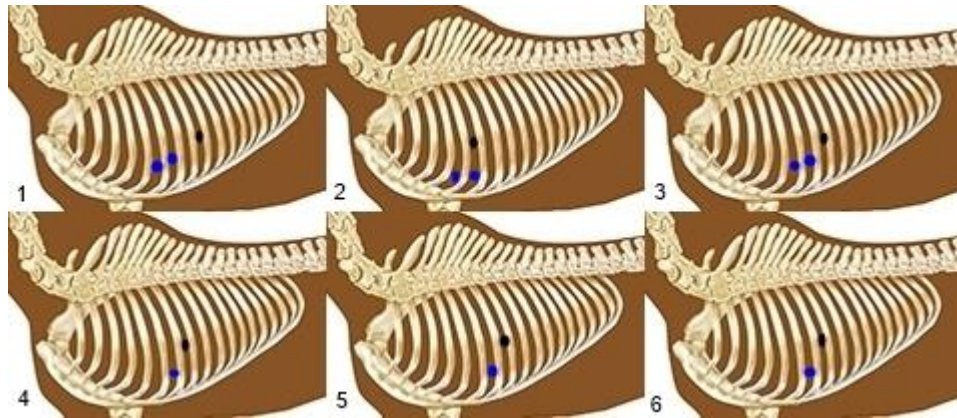


Fig 3 – Ilustração para demonstrar os pontos de acesso nos espaços intercostais para realização da pericardiotomia. Os círculos pretos representam os pontos de acesso para colocação da óptica e os círculos em azul os pontos de acesso para colocação dos instrumentais.

Com os instrumentos auxiliares inseridos, o pericárdio foi tracionado e incisado, desde a base cardíaca, expondo a aurícula esquerda, até o ápice. A pericardiotomia iniciou-se com uma pequena incisão de aproximadamente um centímetro e, a partir dessa abertura, o pericárdio era tracionado facilitando a ampliação da abertura, até aproximadamente 30 cm. Nos três primeiros procedimentos foram utilizados pinça de apreensão e tesoura para incisão do pericárdio e nos procedimentos seguintes utilizou-se apenas a pinça de *Hook*, a qual possui somente a face interna cortante.

Ao final de todos os procedimentos, os portais foram removidos, a musculatura foi aproximada e as suturas de musculatura e pele foram realizadas com fio não absorvível polipropileno nº 2, em pontos padrão Wolf e o pneumotórax foi desfeito com aspirador cirúrgico, como cita Zoppa et al. (2001). Os procedimentos foram executados por uma equipe experiente na realização de videocirurgias, com conhecimento da técnica de pericardiotomia em cães, porém, sem experiência prévia na técnica de pericardiotomia em cavalos. Após 28 dias efetuou-se uma segunda

toracoscopia para inspeção da cavidade torácica e da janela pericárdica, com acesso similar ao primeiro procedimento, utilizando-se somente um portal para introdução da óptica.

Os cuidados no pós-operatório consistiram em avaliação clínica dos animais, curativos diários no local das incisões com observação da presença de alterações na ferida cirúrgica. Realizou-se administração de anti-inflamatório flunixinina meglumina, na dose de 1,1 mg/kg, por via intravenosa durante três dias, administração de antibióticos associados (Benzilpenicilina benzatina, benzilpenicilina procaína, benzilpenicilina potássica, estreptomicina e piroxicam), na dose de 20000 UI/kg, por via intramuscular, sendo realizadas um total de três aplicações com intervalo de 48 horas e metadona na dose de 0,05 mg/kg, por via intramuscular, no primeiro dia de pós-operatório. Os pontos de pele foram retirados após 10 dias.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância seguida do teste de Dunnett, considerando $P < 0,05$.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os detalhes relacionados aos procedimentos cirúrgicos estão demonstrados na Tabela 1.

TABELA 1 – Descrição dos animais submetidos ao procedimento cirúrgico, número de acessos realizados, tempo cirúrgico, dificuldades encontradas, complicações e ocorrência ou não de lesão miocárdica

N*	Sexo	Raça	Idade (anos)	Peso (kg)	EIC da Óptica**	Número de portais	Tempo cirúrgico (minutos)	Lesão no miocárdio	Complicações
1	M	BH	11	540	8	3	40	Não	Não
2	M	SRD	26	460	5	3	48	Sim	Sim
3	M	PSI	3	520	7	3	34	Sim	Não
4	F	PSI	15	550	7	2	30	Sim	Não
5	F	PSI	20	552	7	2	30	Não	Não
6	M	PSI	5	477	7	2	16	Não	Não

*N: Animal utilizado.

**EIC: Espaço Intercostal onde foi realizada a colocação da óptica.

Brasileiro de Hipismo (BH); sem raça definida (SRD); Puro Sangue Inglês (PSI).

A técnica de pericardiotomia foi realizada com sucesso em todos os procedimentos, porém, com algumas dificuldades. A principal delas foi a apreensão do pericárdio para realização da primeira incisão, que ocorreu em todas as cirurgias. Esta dificuldade foi causada pela presença de gordura superficial (Fig 4I), pela tensão e baixa elasticidade do pericárdio, o que dificultou seu afastamento do miocárdio, obrigando o cirurgião a realizar a incisão muito próxima ao coração. Além da dificuldade em tracionar o pericárdio, os movimentos cardíacos aumentavam o risco de uma lesão iatrogênica ao miocárdio. Outra dificuldade encontrada foi a movimentação dos instrumentos cirúrgicos e da óptica nos espaços intercostais, causada pela rigidez do arco costal na espécie equina. A associação desses fatores acarretou em pequenas lesões miocárdicas em três animais, causadas pelos instrumentais, resultando em sangramento temporário.

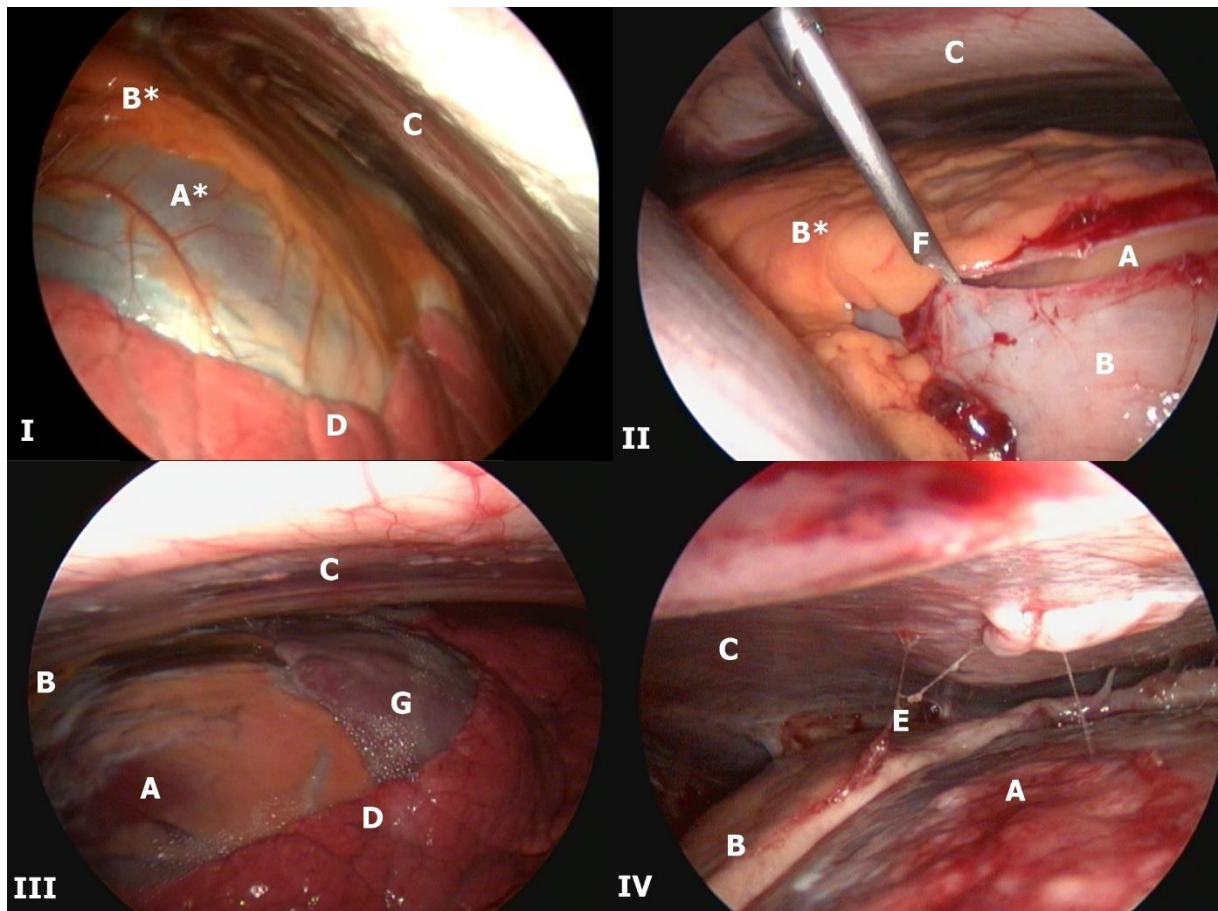


Fig 4 – Imagem do hemitórax esquerdo de cavalos submetidos à toracoscopia. Nota-se em I A*: coração revestido por pericárdio intacto; II, III e IV A: coração exposto após pericardiotomia; I e II B*: gordura pericárdica; III e IV B: pericárdio residual; I, II, III e IV C: arco costal esquerdo; I e III D: limite ventral do pulmão; IV E: aderências formadas após 28 dias; II F: pinça de *Hook*; III G: aurícula esquerda exposta.

A escolha do EIC para colocação da óptica na toracoscopia deve levar em consideração a localização do órgão a ser operado, sendo indicado que se faça a abordagem o mais próximo possível [11]. No primeiro procedimento a escolha do 8º EIC foi realizada segundo a literatura [12], porém houve dificuldade na visualização cardíaca, visto que este acesso fica próximo ao ápice do coração, dificultando a realização da incisão do pericárdio até a base cardíaca. Na segunda cirurgia optou-se por utilizar o 5º EIC para colocação da óptica, como indicado por Textor et al. (2006), porém esse acesso também dificultou o procedimento, visto que fica exatamente em cima do coração, o que diminui o alcance dos instrumentos devido à rigidez do arco

costal. Sendo assim, nas cirurgias seguintes foi utilizado acesso no 7º EIC esquerdo, sendo este considerado o melhor para a visualização cardíaca e realização da técnica de pericardiotomia neste estudo.

Segundo Zoppa et al. (2001), o acesso cirúrgico na toracoscopia deve ser realizado através da incisão de pele, seguida de divulsão da musculatura e perfuração da pleura parietal com pinça hemostática, o que permite indução gradativa do pneumotórax, tornando a passagem do trocarte mais segura, diminuindo as possibilidades de lesão ao tecido pulmonar, sendo esta reproduzida no presente trabalho.

A pericardiectomia não foi realizada por dificuldades em apreender o pericárdio após a realização da pericardiotomia, sendo que este retraiu-se e ficou limitado ao ligamento esterno-pericárdico, permitindo assim uma ampla janela de acesso ao coração. Diferentemente do observado em cães, onde a pericardiectomia é possível de ser realizada [15].

Na execução da técnica de janela pericárdica por toracoscopia em 15 cães a cirurgia foi realizada com êxito em 14 procedimentos, sendo que em um animal houve necessidade de conversão para a cirurgia aberta. O autor relata que o tempo dos procedimentos variou de 45 a 80 minutos [15]. No presente estudo o tempo dos procedimentos variou de 16 a 48 minutos. Esta diferença deveu-se a curva de aprendizado do cirurgião que possuía habilidade e experiência na realização de videocirurgias e à utilização da pinça de *Hook* (Fig 4II) nos três últimos animais, o que facilitou o procedimento e otimizou o tempo operatório.

Segundo Atencia et al. (2013) após a realização de pericardiotomia por toracoscopia em cães, a alta dos pacientes aconteceu entre um e seis dias, pois alguns animais apresentaram edema, enfisema e dor no local das incisões. Nos

cavalos deste estudo, com exceção de um paciente que apresentou paralisia do nervo radial, a alta hospitalar poderia ter sido realizada 24 horas após a cirurgia, visto que os animais não apresentaram complicações que inviabilizassem sua liberação, como as encontradas pelos autores supracitados.

A pressão intratorácica utilizada durante a toracoscopia pode causar alterações hemodinâmicas e respiratórias no paciente, porém, não acarretam sequelas clínicas pós-operatórias [16], desde que seja utilizada por curtos períodos [17]. Diante da grande discrepância de valores de pneumotórax estabelecidos pela literatura entre as diferentes espécies, no presente estudo optou-se pela pressão de 4mm, tendo esta permitido boa visualização e espaço de trabalho para o cirurgião e equipe.

Dos seis animais operados, apenas um apresentou complicação pós-operatória, sendo a paralisia do nervo radial. Esta complicação coincidiu com o procedimento de maior tempo cirúrgico. O tratamento foi realizado com massagens locais, estimulação elétrica do nervo radial e fisioterapia, sendo que o paciente se recuperou plenamente em três dias. Segundo Thomassian (2005), a paralisia do nervo radial pode ser ocasionada pelo decúbito lateral, resultando em sinais de comprometimento parcial ou total. O prognóstico é bom nos casos de paralisia parcial, o qual foi manifestado pelo cavalo deste estudo. Kaiser; Bavaria (1993) ao acompanharem 266 toracoscopias em seres humanos, relataram a ausência de óbito em decorrência do procedimento, porém algumas complicações foram observadas, como reintervenção devido a hemotórax, hematoma, infecções na ferida cirúrgica, arritmia atrial e pneumotórax recorrente. Barash et al. (2013) observaram em cães complicações como atelectasia, diminuição do débito cardíaco, efusões pericárdicas com consequente tamponamento cardíaco, complicações respiratórias e neurológicas, como lesões de nervos periféricos, principalmente no plexo braquial. Outras

alterações também podem ser notadas, incluindo hemorragia, formação de seroma e tromboembolismo pulmonar [15]. É possível que neste estudo não tenham sido notadas outras complicações além da paralisia de nervo radial pelo fato de terem sido utilizados somente animais hígidos e porque os procedimentos tiveram curta duração.

Na avaliação realizada 28 dias após o procedimento observou-se que em cinco dos seis animais a aurícula ficou exposta após a pericardiotomia (Fig 4III), com janela pericárdica ampla. Somente no animal 1 esse fato não foi observado, podendo estar relacionado à curva de aprendizagem do cirurgião, visto que isso ocorreu apenas no primeiro procedimento, à modificação dos instrumentais cirúrgicos e dos pontos de acesso no tórax. Notou-se também que em nenhum dos animais havia aderência entre pericárdio e epicárdio, porém no animal 2 houve a formação de um pequeno ponto de aderência entre epicárdio e parede torácica e no animal 3 houve a formação de um ponto de aderência entre epicárdio e parede torácica e diversos pequenos pontos de aderência entre o pericárdio residual e a parede torácica (Fig 4IV). No entanto, mesmo com a formação de aderências nestes animais, não houve comprometimento da movimentação cardíaca. Em nenhum dos cavalos verificou-se a presença de líquido livre na cavidade ou de aderência pulmonar e em todos a janela pericárdica estava bem delimitada. Boulton et al. (1986) relatam que após a toracoscopia podem ocorrer aderências entre pleura visceral e parietal no local da incisão cirúrgica sem que isso cause prejuízos à função respiratória e capacidade atlética dos animais. Canola (2012) relata a presença de aderências entre pleura parietal e visceral em quatro cavalos de sete, nos quais foi realizada toracotomia experimental para indução de pneumotórax.

As mensurações realizadas no exame ecocardiográfico em todos os momentos (M0, M1, M2 e M3), em sístole e em diástole, em imagens transversais em planos

cordal e aórtico estão demonstradas na Tabela 2, onde não houve diferença estatisticamente significativa em nenhuma das mensurações realizadas, com $p < 0,05$. Os cálculos das variáveis obtidas a partir dessas mensurações estão ilustrados na Tabela 3.

TABELA 2 – Valores médios e desvios-padrão dos parâmetros ecocardiográficos morfométricos obtidos por modo B e M em cavalos submetidos à pericardiotomia minimante invasiva, onde * $p < 0,05$

Parâmetro	M0	M1	M2	M3
FC (bpm)	45 ± 8	52 ± 13,4	46 ± 9,8	39 ± 6,9
VDd (mm)	32,2 ± 9,1	30,1 ± 11,6	31,7 ± 10,7	34,5 ± 12,1
SIVd (mm)	31,3 ± 5,5	36,2 ± 6,8	35,2 ± 5,3	33 ± 4,9
VEd (mm)	125,4 ± 13,5	113,3 ± 21	121,7 ± 13,7	130,5 ± 15,8
PLVEd (mm)	25,9 ± 5,5	28 ± 5,5	31,7 ± 2	27,1 ± 5,2
VDs (mm)	19,4 ± 7,7	19,6 ± 9,5	18,7 ± 7,2	23,3 ± 9,3
SIVs (mm)	43,8 ± 3,2	45,8 ± 7,9	49 ± 4,9	43,9 ± 4,8
VEs (mm)	76,6 ± 10,5	74,1 ± 16	71,5 ± 9,3	76,2 ± 12
PLVEs (mm)	43,4 ± 4	42 ± 8,2	43,9 ± 2,8	45,1 ± 5,5
AE (mm)	80,3 ± 6,1	78,5 ± 6,1	82,7 ± 4,7	85,7 ± 5,8
Ao (mm)	68 ± 2,8	68 ± 2,8	68 ± 2,8	68 ± 2,8

Frequência cardíaca (FC); diâmetro interno do ventrículo direito em diástole (VDd); espessura do septo interventricular em diástole (SIVd); diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole (VEd); espessura da parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd); diâmetro interno do ventrículo direito em sístole (VDs); espessura do septo interventricular em sístole (SIVs); diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole (VEs); espessura da parede livre do ventrículo esquerdo em sístole (PLVEs); diâmetro atrial esquerdo (AE); diâmetro interno da aorta (Ao).

Apesar de não ter sido notada diferença estatisticamente significativa nos parâmetros ecocardiográficos morfométricos obtidos por modo B e M, nota-se nítida variação entre os momentos M0 e M1 para diversos parâmetros, como por exemplo o VDd, VEd, PLVEs e o AE, que diminuem no período de 24 horas após o procedimento e voltam a subir 72 horas após. O valor de VEs cai nos momentos M1 e M2 e volta a subir em M3. Estas reduções, embora não significativas, podem indicar diminuição do retorno venoso e da pré-carga, provavelmente ocasionado pela inflamação local pós-

operatória, pela persistência do pneumotórax com consequente elevação da impedância torácica e/ou pelo colapso pulmonar unilateral temporário [21].

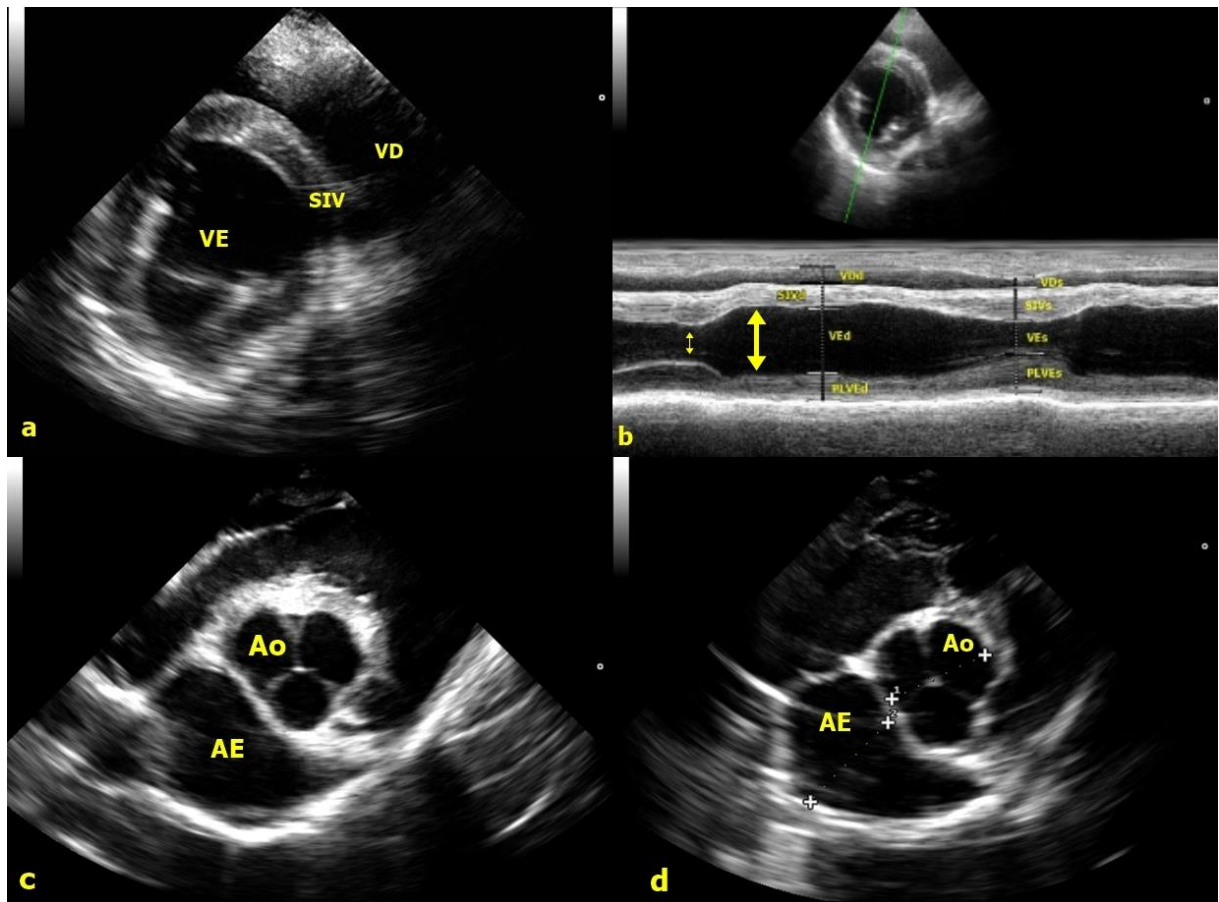


Fig 5– Imagem ecocardiográfica realizada pela janela paraesternal direita. a: Imagem em modo-B, corte transversal de ventrículo esquerdo; b: Imagem em modo-M com ilustração das mensurações das diversas estruturas cardíacas. Momento em diástole (seta grossa). Momento em sístole (seta fina); c: Imagem em plano aórtico. Nota-se átrio esquerdo (AE) e aorta (Ao), com seus folhetos valvares fechados; d: ilustração da mensuração do diâmetro do AE e Ao.

A FC média basal dos animais deste estudo (45 ± 8) mostrou-se pouco acima dos valores relatados em cavalos de tração, nos quais a média foi de 40 bpm [22], em cavalos da raça Mangalarga Marchador, nos quais a média foi de 42 bpm [23] e em cavalos da raça Quarto de Milha onde a média foi de 31 bpm [24]. Esta diferença pode estar relacionada ao fato de não serem animais atletas. Decorridas 24 horas do procedimento cirúrgico, a FC aumentou para 52 ± 13 bpm. Não obstante, em um dos animais foi observada frequência de 76 bpm, a qual pode ser justificada pois foi apresentada pelo animal que desenvolveu paralisia do nervo radial, o que ocasiona

dor e desconforto. O aumento da média da FC dos animais pode também estar relacionado à dor causada pelo pneumotórax, que pode perdurar por alguns dias e pelos pontos de incisão na musculatura torácica.

A média da espessura do septo interventricular na diástole (SIVd) dos cavalos deste estudo, quando avaliados previamente ao procedimento cirúrgico, foi de 31,3 mm, valor próximo aos encontrados por Bello et al. (2011a) e Bello et al. (2011b), $30 \pm 5,4$ mm e $33,1 \pm 4,6$ mm respectivamente, porém muito acima da média encontrada por Giannico et al. (2015), $22,3 \pm 3,9$ mm. Em animais atletas pode ocorrer hipertrofia cardíaca excêntrica como resposta adaptativa do coração frente à exercícios físicos [25], aumentando assim a média do SIV. Outro fator que pode influenciar nas medidas cardíacas é o peso do animal [22,27], sendo que as medidas são maiores em cavalos maiores. Sendo assim, os valores encontrados condizem com a literatura, pois, apesar de não serem animais atletas, os cavalos deste estudo apresentam média de peso maior do que os estudados por Giannico et al. (2015) e Bello et al. (2011a). Apesar da inexistência de diferenças estatísticas no SIVs e SIVd, quando comparada ao momento basal, o SIVd aumentou em todos os momentos e, em sístole, houve aumento apenas em M1 e M2, conforme expresso na Tabela 2. É possível que o aumento do SIVd esteja relacionado com redução da pré-carga que, consequentemente, resulta em menor estiramento dos miócitos. Já o aumento do SIVs nos momentos pós-cirúrgicos iniciais pode ser explicado pela atividade simpática exacerbada decorrente do estresse.

A média basal da espessura da parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd) nos cavalos deste estudo foi de 25,9 mm e a média basal da espessura da parede livre do ventrículo esquerdo durante a sístole (PLVEs) foi de 43,4 mm. Não

houve alteração significativa desses valores quando comparados aos outros momentos.

TABELA 3 – Valores médios e desvios-padrão das variáveis AE/Ao, FEC, SIV, PLVE avaliadas no M0, M1, M2 e M3 em cavalos submetidos à pericardiotomia minimante invasiva, onde * $p < 0,05$

Parâmetro	M0	M1	M2	M3
AE/Ao	1,2±0,1	1,2±0,1	1,2±0,1	1,3±0,1
FEC (%)	38,9±5,3	34,4±10,2	41,2±5,7	41,7±4,1
SIV (%)	42,9±21,6	27,1±8,7	42,3±27,9	35,9±27,02
PLVE (%)	71,3±21,7	50,8±22,4	39±8,72*	68,4±17,14

Relação entre diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro aórtico (AE/Ao); fração de encurtamento (FEC%), espessamento fracional do septo interventricular (SIV%); espessamento fracional da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE%).

Os valores para o diâmetro da Ao deste estudo (68 mm) está bem próximo aos valores encontrados por Bonomo et al. (2011) , que foi de aproximadamente 70 mm, porém, está acima dos valores descritos por Giannico et al. (2015), que obteve valor médio de 63 mm. Essa diferença pode ser justificada pela média de peso dos animais (516,5 kg) ser bem maior do que os equinos de tração estudados por Giannico (362,5 kg). Os valores médios da relação AE/Ao foram semelhantes em todos os momentos, estando entre 1,2 e 1,7, intervalo este considerado normal para equinos não atletas [10].

As variáveis FEC, SIV e PLVE são indicativas de função sistólica, mas são influenciadas por pré-carga e pós-carga. Nesse sentido, a redução desses parâmetros em M1 e M2 pode ter relação com a menor pré-carga e/ou com o efeito da inflamação sobre os miócitos. A FEC no momento basal apresentou média de 38,9%, e no M1 a média caiu para 34,4%. Esta diminuição pode estar relacionada à alteração do diâmetro ventricular neste momento, porém ainda se encontra dentro dos valores de normalidade, de 32% a 55%, segundo Reef (1998), caracterizando uma função sistólica do ventrículo esquerdo normal. O espessamento fracional da parede livre do

ventrículo esquerdo (PLVE) foi estatisticamente diferente entre M0 e M2. No momento basal a média do PLVE foi de 71,3%, enquanto que 72 horas após o procedimento foi de 39,8%. Tal alteração, contudo, foi transitória, visto que em M3 a média foi bem próxima à do momento basal. É provável que a redução da PLVE tenha relação com a menor pré-carga e/ou com o efeito da inflamação sobre a função cardíaca. Em humanos a presença de inflamação tem relação direta com a disfunção ventricular, com dilatação dos ventrículos e diminuição da fração de ejeção, porém é reversível [29].

Apesar dos achados significativos deste estudo, algumas limitações foram notadas, como o pequeno número de animais utilizados, o curto tempo de avaliação após a cirurgia, a curva de aprendizado do cirurgião que acarretou em procedimentos mais longos no início do estudo e a falta de padronização de raça e idade dos animais.

2.6 CONCLUSÃO

A técnica de pericardiotomia empregada neste estudo e realizada por equipe cirúrgica capacitada, mostrou-se promissora na criação de uma janela pericárdica nos equinos, causando mínimas complicações pós-operatórias. As variações documentadas em alguns parâmetros ecocardiográficos foram transitórias, concentrando-se especialmente nas primeiras 72 horas do pós-operatório e retratam redução da pré-carga, não causando prejuízos hemodinâmicos aos animais.

2.7 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

Trabalho aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná – Brasil, em reunião de 17/12/2015, sob protocolo número 081/2015.

2.8 REFERÊNCIAS

1. Ventura, F.V.C., Stedile, R., Beck, C.A.C., Oliveira, S.T.O., Neuwald, E.B., Schwantes, V.C., Schiochet, F., Scherer, S. and Cavalcanti, R.L. (2009) Pericardiectomy parcial toracoscópica em um cão. *Acta Sci. Vet.* **37**, 79–83. <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/20807>.
2. Shaw, S.P. and Rush, J.E. (2007) Canine pericardial effusion: diagnosis, treatment, and prognosis. *Compendium* **29**, 405–411. [papers2://publication/uuid/7D42916F-AE07-4A01-9E91-56EC6865FAC5](https://pubs2://publication/uuid/7D42916F-AE07-4A01-9E91-56EC6865FAC5).
3. Latham, P. and Dullye, K.K. (2011) Complications of thoracoscopy. *Anesthesiol. Clin. North America* **19**, 187–200.
4. Brun, M.V. (2015) *Videocirurgia em pequenos animais*, 1.ed., Roca, Rio de Janeiro.
5. Ginsberg, R.J. (1993) Thoracoscopy : A Cautionary Note. *Ann. Thorac. Surg.* **56**, 801–803. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(93\)90985-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(93)90985-Q).
6. Decloedt, A., Clercq, D. De, Ven Sofie, S., Vekens, N. Van Der, Sys, S., Broux, B. and Loon, G. van (2016) Echocardiographic measurements of right heart size and function in healthy horses. *Equine Vet. J.* 1–7.
7. Armstrong, S., Raidal, S. and Hughes, K. (2014) Fibrinous pericarditis and pericardial effusion in three neonatal foals. *Aust. Vet. J.* **92**, 392–399. <http://doi.wiley.com/10.1111/avj.12238>.
8. Marr, C.M. and Bowen, M. (2010) *Cardiology of the horse*, second edi., Saunders.
9. Brunner, M., Moeslinger, T. and Spieckermann, P.G. (1995) Echocardiography for teaching cardiac physiology in practical student courses. *Adv. Physiol. Educ.* **13**, 2–9.
10. Voros, K., Holmes, J.R. and Gibbs, C. (1991) Measurement of cardiac dimensions with two- dimensional echocardiography in the living horse. *Equine Vet. J.* **23**, 461–465.
11. Zoppa, A.L. do V. de, Silva, L.C.L.C. da, Alvarenga, J. de and Fantoni, D.T. (2001) Toracoscopia em equinos: estudo comparativo entre duas técnicas de abordagem. *Rev. Educ. Contin.* **4**, 16–23.
12. Vachon, a M. and Fischer, a T. (1998) Thoracoscopy in the horse: diagnostic and therapeutic indications in 28 cases. *Equine Vet. J.* **30**, 467–475.
13. Textor, J.A., Ducharme, N.G., Gleed, R.D., Hackett, R.P., Erb, H.N., Mitchell, L. and Soderholm, L. V (2006) Effect of pericardiotomy on exercise- induced pulmonary hypertension in the horse. *Equine Comp. Exerc. Physiol.* **3**, 45–51.
14. Zoppa, A.L.D.V. De, Alvarenga, J. De, Silva, L.C.L.C. Da, Ferreira, M.A. and Migliati, E.R. (2001) Toracoscopia em eqüinos: técnica e emprego como método de avaliação da cavidade pleural. *Ciência Rural* **31**, 825–830.
15. Atencia, S., Doyle, R.S. and Whitley, N.T. (2013) Thoracoscopic pericardial window for management of pericardial effusion in 15 dogs. *J. Small Pract.* **54**, 564–569.
16. Barash, P.G., Cullen, B.F., Stoelting, R. k., Cahalan, M.K., Stock, M.C. and Ortega, R. (2013) *Clinical Anesthesia*, Seventh., LWW.
17. Polis, I., Gasthuys, F., Gielen, I., Ryssen, B. Van, Bree, H. Van, Laevens, H. and Rijcke, L. De (2002) The effects of intrathoracic pressure during continuous two-lung ventilation for thoracoscopy on the cardiorespiratory parameters in sevoflurane anaesthetized dogs. *J. Vet. Med.* **49**, 113–120.
18. Thomassian, A. (2005) *Enfermidades dos Cavalos*, 4th ed., Varela, São Paulo.

19. Kaiser, L.R. and Bavaria, J.E. (1993) Complications of thoracoscopy. *Soc. Thorac. Surg.* **19**, 796–798. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(93\)90983-O](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(93)90983-O).
20. Boulton, H., Modransky, P.D., Grant, D., Leathers, W., Gallagher, L. V, Bayly, W.M. and Sande, R.D. (1986) Partial Equine Lung Resection Using a. *Vet. Surg.* **15**, 93–98.
21. Canola, P.A. (2012) *Pneumotórax experimental em equinos: efeitos clínicos e sobre as pressões pleural e intra-abdominal*.
22. Giannico, A.T., Dornbusch, P.T., Montiani-Ferreira, F., Barros-Filho, I.R., Deconto, I. and Oliveira, S.T. (2015) Medidas ecocardiográficas de cavalos de tração da região metropolitana de Curitiba-PR Echocardiographic measurement of cart horses in the metropolitan region of Curitiba-PR. *Semin. Ciências Agrárias* **36**, 827–838.
23. Diniz, M.P., Muzzi, R.A.L., Muzzi, L.A.L. and Alves, G.E.S. (2008) Estudo eletrocardiográfico de eqüinos da raça Mangalarga Marchador. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* **60**, 536–542.
24. Bonomo, C.C.M., Michima, L.E.S., Miyashiro, P. and Fernandes, W.R. (2011) Ecocardiografia quantitativa de equinos atletas da raça Quarto de Milha. *ARS Vet.* **27**, 220–225.
25. Bello, C.A.O., Vasconcelos, C.E.S., Godoy, R.F., Teixeira Neto, A.R., Borges, J.R.J. and Lima, E.M.M. (2011) Ecocardiografia de equinos Puro Sangue Árabe após exercício de enduro em diferentes intensidades. *Ciência Rural* **41**, 132–136.
26. Bello, C.A.O., Lima, E.M.M., Silva, C.E. V., Godoy, R.F. and Teixeira Neto, A.R. (2011) Estabelecimento de índices ecocardiográficos de cavalos de polo. *Pesquisa* **31**, 495–498.
27. Latorre, S.M., Bonomo, C.C.M., Michima, L.E.S. and Stefano, C.F. (2016) Índices e dimensões ecocardiográficas de equinos da raça Mangalarga Marchador. *Pesqui. Vet. Bras.* **36**, 533–538.
28. Reef, V.B. (1998) *Cardiovascular ultrasonography*. In: *Equine Diagnostic Ultrasound*.
29. Li, Y., G, S., Peng, Y. and Chen, X. (2013) Inflammation and cardiac dysfunction during sepsis, muscular dystrophy, and myocarditis. *Burn. Trauma* **1**, 109–121. <http://archive.burnstrauma.com/article.asp?issn=2321-3868;year=2013;volume=1;issue=3;spage=109;epage=121;aulast=Li>.

3 CAPÍTULO 2. EFEITOS DA PERICARDIOTOMIA SOBRE OS VOLUMES ATRIAL E VENTRICULAR ESQUERDOS DE CAVALOS SUBMETIDOS À PERICARDIOTOMIA MINIMAMENTE INVASIVA

3.1 RESUMO

Background: Estudos prévios sobre as alterações ocasionadas em cavalos após a pericardiotomia não envolveram avaliações ecocardiográficas (ECO). Desta maneira, não se sabe o impacto causado por esta cirurgia nos volumes atrial e ventricular esquerdos.

Objectives: Avaliar o impacto da pericardiotomia parcial minimamente invasiva sobre o volume atrial e ventricular esquerdos em cavalos.

Study Design: Estudo prospectivo longitudinal.

Methods: Foram utilizados seis cavalos hígidos, nos quais realizou-se pericardiotomia minimamente invasiva. Em todos eles, foi efetuado exame ecocardiográfico em diferentes momentos: previamente ao procedimento cirúrgico (M0); 24 horas após (M1); 72 horas após (M2) e 28 dias após (M3). Foram calculados segundo o método área-comprimento: volume máximo do átrio esquerdo (VAEmax), volume mínimo do átrio esquerdo (VAEmin), volume ventricular esquerdo em sístole (VVEs) e volume ventricular esquerdo em diástole (VVEd). Após 28 dias, realizou-se nova toracoscopia para inspeção da cavidade torácica.

Results: A pericardiotomia foi realizada com sucesso em todos os procedimentos e em apenas um animal houve complicação pós-operatória. Na avaliação após 28 dias notou-se formação de aderências em dois animais, a janela pericárdica de todos estava ampla e bem delimitada sem comprometimento da movimentação cardíaca. Nas avaliações do ECO houve diminuição do VAEmax, VAEmin, FEJ_{AE}, VVEd, VVEs e FEJ_{VE} nas primeiras horas pós procedimento, mas aos 28 dias essa diminuição não foi observada.

Main Limitations: Pequeno número de animais utilizados, curto tempo de avaliação após a cirurgia, curva de aprendizado do cirurgião, não padronização de raça e idade dos animais.

Conclusions: A ecocardiografia permitiu avaliar as variáveis volumétricas propostas, demonstrando que a pericardiotomia não interferiu de maneira duradoura. Nas primeiras 72 horas observou-se redução dos volumes intracardíacos, fato que possivelmente retrata a interferência transitória da pericardiotomia na pré-carga.

Palavras-chave: ecocardiografia; equinos; pré-carga; variáveis volumétricas

3.2 ABSTRACT

Background: Previous studies in horses after pericardiotomy did not involve echocardiographic evaluations (ECO). The impact caused by this surgery on the left atrial and ventricular volumes is unknown.

Objective: The aim of this study was to evaluate the impact of minimally invasive partial pericardiotomy on left atrial and ventricular volume in horses.

Study Design: Prospective longitudinal study.

Methods: Minimally invasive pericardiotomy was performed in six healthy horses. Echocardiographic evaluation was performed at different moments: prior to the surgical procedure (M0); 24 hours after (M1); 72 hours after (M2) and 28 days after (M3). According to the area-length method the following parameters were evaluated: maximum left atrial volume (VAEmax), minimum left atrial volume (VAEmin), left ventricular volume in systole (VVEs) and left ventricular volume in diastole (VVEd). After 28 days, new thoracoscopy was performed to inspect the thoracic cavity.

Results: Pericardiotomy was successfully performed in all procedures and in one animal postoperative complication was noted. In the evaluation after 28 days it was noticed adhesion in two animals, the pericardial window of all was broad and well delimited without compromising the cardiac movement. In ECO evaluations, VAEmax, VAEmin, FEJAE, VVEd, VVEs, and FE_{VE} decreased in the first hours post procedure, but at 28 days this decrease was not observed.

Main Limitations: Small number of animals used, short evaluation time after surgery, surgeon learning curve, non-standardization of breed and age of animals.

Conclusions: The echocardiography allowed to evaluate the proposed volumetric variables, demonstrating that the pericardiotomy did not interfere in a permanent way. In the first 72 hours a reduction in intracardiac volumes was observed, a fact that probably reflects the transient interference of pericardiotomy in the preload.

Keywords: echocardiography; equines; preload; volumetric variables

3.3 INTRODUÇÃO

A ecocardiografia é o método padrão ouro para avaliar de forma não invasiva as dimensões, a estrutura e a função da câmara cardíaca de cavalos [1,2].

No funcionamento cardíaco, a função ventricular é geralmente considerada mais importante do que a atrial, no entanto, a função do átrio contribui significativamente para o débito cardíaco, principalmente em cavalos atletas. O ventrículo possui função sistólica, que é a habilidade de contrair-se e ejetar o sangue, e diastólica, que é a capacidade de relaxar-se permitindo a entrada de sangue provindo dos átrios [3]. Na diástole, o preenchimento ventricular pode ser afetado pelo retorno venoso, função da válvula atrioventricular, função atrial, complacência pericárdica, frequência cardíaca, relaxamento miocárdico e complacência cardíaca, sendo os dois últimos os mais importantes [3,4].

Complacência é o termo que define a facilidade com que as paredes ventriculares se estiram para acomodar o sangue durante a diástole. Quando há diminuição da complacência, uma maior pressão de enchimento é necessária para atingir o volume diastólico final e ocorre nos casos de redução luminal do ventrículo esquerdo (VE), hipertrofias patológicas, fibrose miocárdica, doenças infiltrativas, tamponamento pericárdico e dilatação do ventrículo direito. Nesses casos uma pré-carga maior é necessária para obter volumes ventriculares diastólicos finais normais. A função diastólica também pode ser afetada pela diminuição da taxa de relaxamento miocárdico, pois esta, quando está diminuída, acaba reduzindo a taxa de enchimento ventricular primária. Este fato pode ocorrer em casos de hipertrofia miocárdica, fibrose, cardiopatia isquêmica e pericardite [3].

A pericardiotomia é a abertura cirúrgica do pericárdio, indicada para eliminar o risco de tamponamento cardíaco nos casos de efusões pericárdicas recidivantes [5,6].

Estudos demonstraram que em cães anestesiados há significativo aumento do volume sistólico após pericardiotomia [7]. Do mesmo modo, o enchimento ventricular direito e esquerdo é influenciado pelo pericárdio [5]. Em cães com hipertensão pulmonar a pericardiotomia resultou em rápida melhora hemodinâmica, com aumento do volume sistólico do VE em um terço [8]. Em porcos submetidos à exercício máximo após pericardiectomia, notou-se aumento do débito cardíaco, consumo de oxigênio, massa e dimensão do VE [9]. Tais aspectos ainda não foram estudados e confirmados em equinos e por essa razão objetiva-se avaliar o impacto da pericardiotomia parcial minimamente invasiva sobre o volume atrial e ventricular esquerdos, em cavalos.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Após exame físico, no qual foram avaliados frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), peso, tempo de preenchimento capilar, temperatura retal, frequência de movimentos cecais, grau de hidratação e coloração das mucosas, seis equinos, quatro machos e duas fêmeas, foram selecionados para um estudo prospectivo longitudinal. Exames laboratoriais, como hemograma, dosagem das enzimas creatinoquinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), ureia e creatinina foram realizados. Foram considerados critérios de inclusão a ausência de alterações nos exames clínico e laboratorial, sendo que nenhum apresentou-se não apto à participar do trabalho. Todos os animais foram contidos em tronco específico para espécie, em ambiente tranquilo e com pouca luz [10] para realização de exame ecocardiográfico (ECO) transtorácico, dispensando-se o emprego de sedativos. As avaliações foram realizadas em quatro diferentes momentos: previamente ao procedimento cirúrgico (M0); 24 horas após (M1); 72 horas (M2) e 28 dias após o procedimento cirúrgico (M3). Para otimizar a qualidade das

imagens ecocardiográficas, foi realizada tricotomia no tórax direito, entre o 4º e 5º espaços intercostais (EIC), e o membro torácico direito foi tracionado e posicionado um pouco à frente do membro contralateral. As imagens foram obtidas em equipamento de ultrassonografia modelo MyLab 30 Gold (Genova, Itália), equipado com transdutor setorial de 2 MHz e capaz de realizar exames nos modos M, B e Doppler. Em imagens transversais do ventrículo esquerdo em plano cordal, foram mensuradas em diástole e em sístole: diâmetro interno do ventrículo direito (VDd e VDs), espessura do septo interventricular (SIVd e SIVs), diâmetro interno do ventrículo esquerdo (VEd e VEs) e espessura da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVEd e PLVEs). Em imagens transversais, em plano aórtico, foram quantificados o diâmetro interno da aorta (Ao) e o diâmetro atrial esquerdo (AE). Estes parâmetros permitiram o cálculo das variáveis: fração de encurtamento (FEC%), espessamento fracional do septo interventricular (SIV%), espessamento fracional da parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE%) e relação entre diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro aórtico (AE/Ao).

Para realização das toracoscopias os animais foram deixados em jejum hídrico de seis horas e alimentar de 12 horas. A anestesia baseou-se em administração intravenosa de xilazina (0,5 mg/kg) como medicação pré-anestésica (MPA), indução com guaifenesina (75 mg/kg) e propofol (2 mg/kg) por via intravenosa, seguida de intubação monopulmonar do pulmão direito, com sonda traqueal nº 14 adaptada e acoplada em um traqueotubo de 26 mm (Fig 1), guiada por endoscopia traqueal.



Fig 1 - Sonda adaptada para intubação seletiva: em laranja o traqueotubo de 14 mm, acoplado a sonda de 26 mm (Fonte: Arquivo pessoal).

Para manutenção anestésica foi administrado 0,18 mg/kg/min de propofol ou 1% de isoflurano, sendo a taxa de propofol ou concentração de isoflurano ajustada para manutenção do plano anestésico.

Após as avaliações ecocardiográficas basais (M0), os animais foram submetidos à pericardiotomia por toracoscopia. Para isso foram posicionados sobre a mesa cirúrgica em decúbito lateral direito com o acesso à cavidade torácica por meio de incisão de pele de aproximadamente 2 cm no espaço intercostal esquerdo escolhido, na linha da articulação escapulo umeral (Fig 2), seguida de incisão e divulsão romba da musculatura.



Fig 2 – Cavalo submetido à anestesia geral, posicionado em decúbito lateral direito, com tricotomia ampla no tórax esquerdo para realização de toracoscopia. A linha vermelha demonstra a linha da articulação escapulo umeral, onde foram realizados os acessos para colocação da óptica (Fonte: arquivo pessoal).

Com o uso de uma pinça hemostática de *Cocker* a incisão foi aprofundada por divulsão romba até que a pleura parietal fosse perfurada, promovendo o pneumotórax. Pela abertura foi introduzido o trocarte de 11 mm com rosca (*endotip*) e pelo interior deste foi introduzida a óptica de 10 mm acoplada à micro câmera. A inspeção foi realizada inicialmente com a óptica de 0° com 33 cm de comprimento e posteriormente utilizou-se óptica de 30° com 54 cm de comprimento. O pneumotórax foi instituído com dióxido de carbono e ajustado a uma pressão máxima de 4 mmHg, abaixo da pressão utilizada por Fernández et al. (2004). A colocação de mais dois portais foi realizada para introdução dos instrumentais nos três primeiros procedimentos, sob visualização direta. Em cada um desses portais foi colocado *endotip* liso para introdução dos instrumentais. Nos três últimos procedimentos procedeu-se a colocação de apenas dois portais, sendo um para introdução da óptica e o segundo utilizado para colocação do instrumental (Fig 3). O acesso para colocação do segundo portal nos três últimos

procedimentos foi realizado no 6º EIC, com colocação de endotip liso e passagem do instrumento por dentro deste.

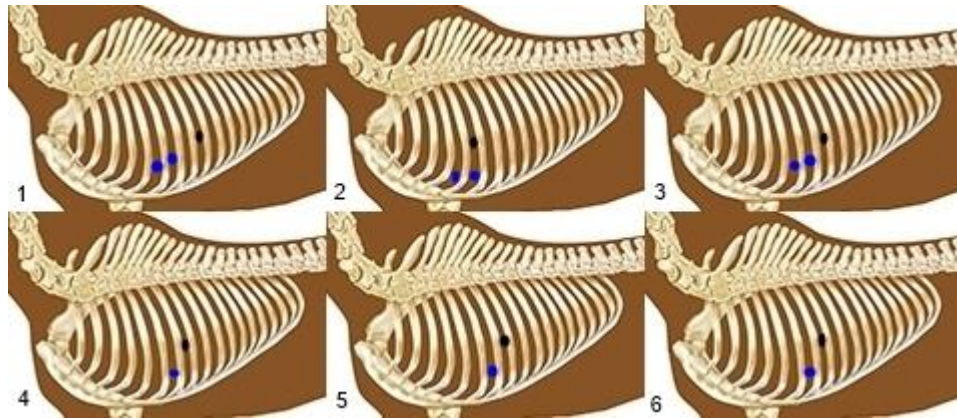


Fig 3 – Ilustração para demonstrar os pontos de acesso nos espaços intercostais para realização da pericardiotomia. Os círculos pretos representam os pontos de acesso para colocação da óptica e os círculos em azul os pontos de acesso para colocação dos instrumentais.

Com os instrumentos auxiliares inseridos, o pericárdio foi tracionado e incisado, desde a base cardíaca, expondo a aurícula esquerda, até o ápice. A pericardiotomia iniciou-se com uma pequena incisão de aproximadamente um centímetro e, a partir dessa abertura, o pericárdio era tracionado facilitando a ampliação da abertura, até aproximadamente 30 cm. Nos três primeiros procedimentos foram utilizados pinça de apreensão e tesoura para incisão do pericárdio e nos procedimentos seguintes utilizou-se apenas a pinça de *Hook*, a qual possui somente a face interna cortante.

Ao final de todos os procedimentos, os portais foram removidos, a musculatura foi aproximada e as suturas de musculatura e pele foram realizadas com fio não absorvível polipropileno nº 2, em pontos padrão Wolf e o pneumotórax foi desfeito com aspirador cirúrgico, como cita Zoppa et al. (2001). Os procedimentos foram executados por uma equipe experiente na realização de videocirurgias, com conhecimento da técnica de pericardiotomia em cães, porém, sem experiência prévia na técnica de pericardiotomia em cavalos.

Após 28 dias efetuou-se uma segunda toracoscopia para inspeção da cavidade torácica e da janela pericárdica, com acesso similar ao primeiro procedimento, utilizando-se somente um portal para introdução da óptica.

Os cuidados no pós-operatório consistiram em avaliação clínica dos animais, curativos diários no local das incisões com observação da presença de alterações na ferida cirúrgica. Realizou-se administração de anti-inflamatório flunixinina meglumina, na dose de 1,1 mg/kg, por via intravenosa durante três dias, administração de antibióticos associados (Benzilpenicilina benzatina, benzilpenicilina procaína, benzilpenicilina potássica, estreptomicina e piroxicam), na dose de 20000 UI/kg, por via intramuscular, sendo realizadas um total de três aplicações com intervalo de 48 horas e metadona na dose de 0,05 mg/kg, por via intramuscular, no primeiro dia de pós-operatório. Os pontos de pele foram retirados após 10 dias.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância seguida do teste de Dunnett, considerando $P < 0,05$.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao exame físico e ecocardiográfico basal os animais não apresentaram alterações.

A técnica de pericardiotomia foi realizada com sucesso em 100% dos animais (6/6), porém, em todos os procedimentos houve dificuldade na apreensão do pericárdio para a primeira incisão. Outra dificuldade encontrada foi a de movimentar a óptica no espaço intercostal durante a cirurgia, visto que o arco costal dos cavalos é muito rígido. Devido à estas dificuldades, houve lesão miocárdica iatrogênica (Fig 4I) em 50% dos animais (3/6). A lesão ocasionou sangramento temporário, porém sem grandes prejuízos. Em 50% das cirurgias (3/6) o tempo cirúrgico foi inferior a 30

minutos e as demais (3/6) foram realizadas em menos de 50 minutos, sendo que os primeiros procedimentos tiveram tempo de duração maior do que os últimos. Esse maior tempo pode cirúrgico estar relacionado à curva de aprendizado do cirurgião e à alteração dos instrumentais nos três últimos procedimentos, nos quais utilizou-se a pinça *Hook* (Fig 4II), a qual facilitou a abertura do pericárdio, reduzindo assim o tempo cirúrgico.

Apenas um animal (17%) apresentou complicação pós-operatória, sendo esta a paralisia de nervo radial, a qual coincidiu com o procedimento de maior tempo cirúrgico. Todos os animais estavam alertas e alimentando-se normalmente 24 horas de pós-operatório.

Na avaliação realizada 28 dias após a cirurgia, em todos os cavalos a janela pericárdica estava bem delimitada. Em cinco (84%) a aurícula ficou exposta após a pericardiotomia (Fig 4III), com janela pericárdica ampla. Nenhum dos animais (0/6) apresentou aderências entre pericárdio e epicárdio; porém houve formação de aderência discreta e delgada entre o epicárdio e a parede torácica (1/6) (Fig 4IV) e em outro animal, houve formação de pequenos pontos de aderências entre pericárdio residual e parede torácica (1/6). Mesmo com a presença de aderências nestes animais, não houve comprometimento da movimentação cardíaca, nem presença de líquido livre na cavidade ou de aderência pulmonar. Textor et al. (2006) relatam que após realizar pericardiotomia em cinco cavalos, a presença de aderência entre o pericárdio seccionado e epicárdio foi notada em um deles, porém sem restrição do movimento cardíaco.

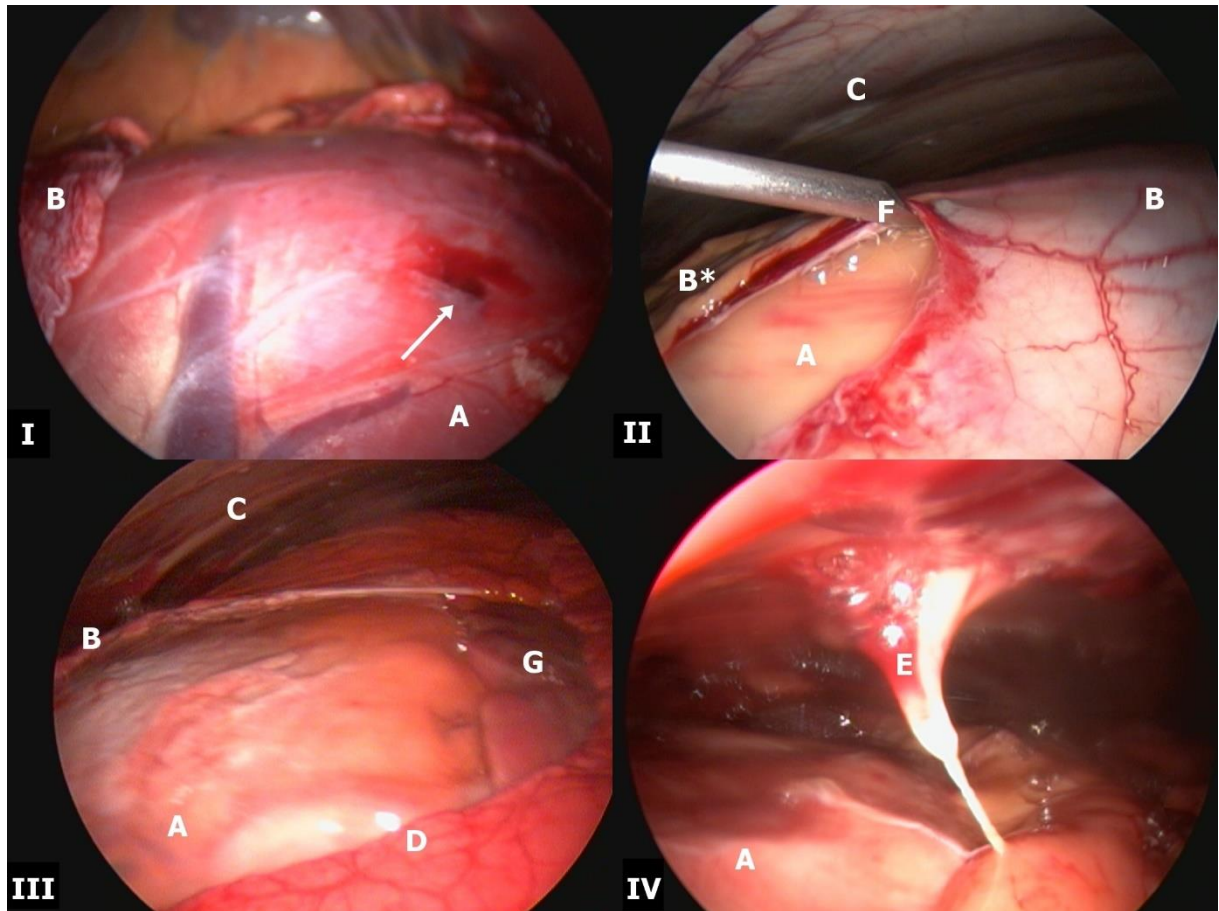


Fig 4 – Imagem do hemitórax esquerdo de cavalos submetidos à toracoscopia. Nota-se: I, II, III e IV A: coração exposto após pericardiotomia; II B*: gordura pericárdica; I, II e III B: pericárdio residual; II e III C: arco costal esquerdo; III D: limite ventral do pulmão; IV E: aderência formada após 28 dias; II F: pinça de *Hook*; III G: aurícula esquerda exposta; I Seta: lesão miocárdica iatrogênica causada durante o procedimento cirúrgico.

Para os exames ecocardiográficos foi realizada tricotomia local, porém este procedimento não é imprescindível, pois o exame pode ser realizado sem prejuízos quando a tricotomia não é feita [12]. Essa informação é importante pois em cavalos atletas que estão em competição a manutenção do pelo é esteticamente desejável.

Os valores ecocardiográficos obtidos em todos os momentos encontram-se descritos nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Valores médios e desvios-padrão das mensurações de VAEmax, VAEmin e FEJ_{AE}%, avaliados com ecocardiografia nos momentos M0, M1, M2 e M3, em cavalos submetidos à pericardiotomia minimamente invasiva, onde *p<0,05

Parâmetro	M0	M1	M2	M3
VAEmax	902,4 ± 213,9	808 ± 314,7	782,7 ± 235,7	952,9 ± 198,1
VAEmin	593,4 ± 223,7	585,6 ± 332,6	537,8 ± 176,6	565,2 ± 175,2
FEJ _{AE} %	35,8 ± 11	29,7 ± 18,8	31,6 ± 3,4	41,5 ± 10,2

Volume máximo do átrio esquerdo (VAEmax); volume mínimo do átrio esquerdo (VAEmin); fração de ejeção do átrio esquerdo (FEJ_{AE}%).

Apesar de não ter sido notada diferença estatisticamente significativa nos parâmetros ecocardiográficos volumétricos do átrio esquerdo, obtidos pelo modo B (Fig 5a e 5b), nota-se nítida variação entre os momentos. O VAEmax e VAEmin diminuem nos períodos de 24 e 72 horas após o procedimento cirúrgico e voltam a subir no M3. Tais reduções, podem indicar menor pré-carga, provavelmente relacionada à redução do retorno venoso.

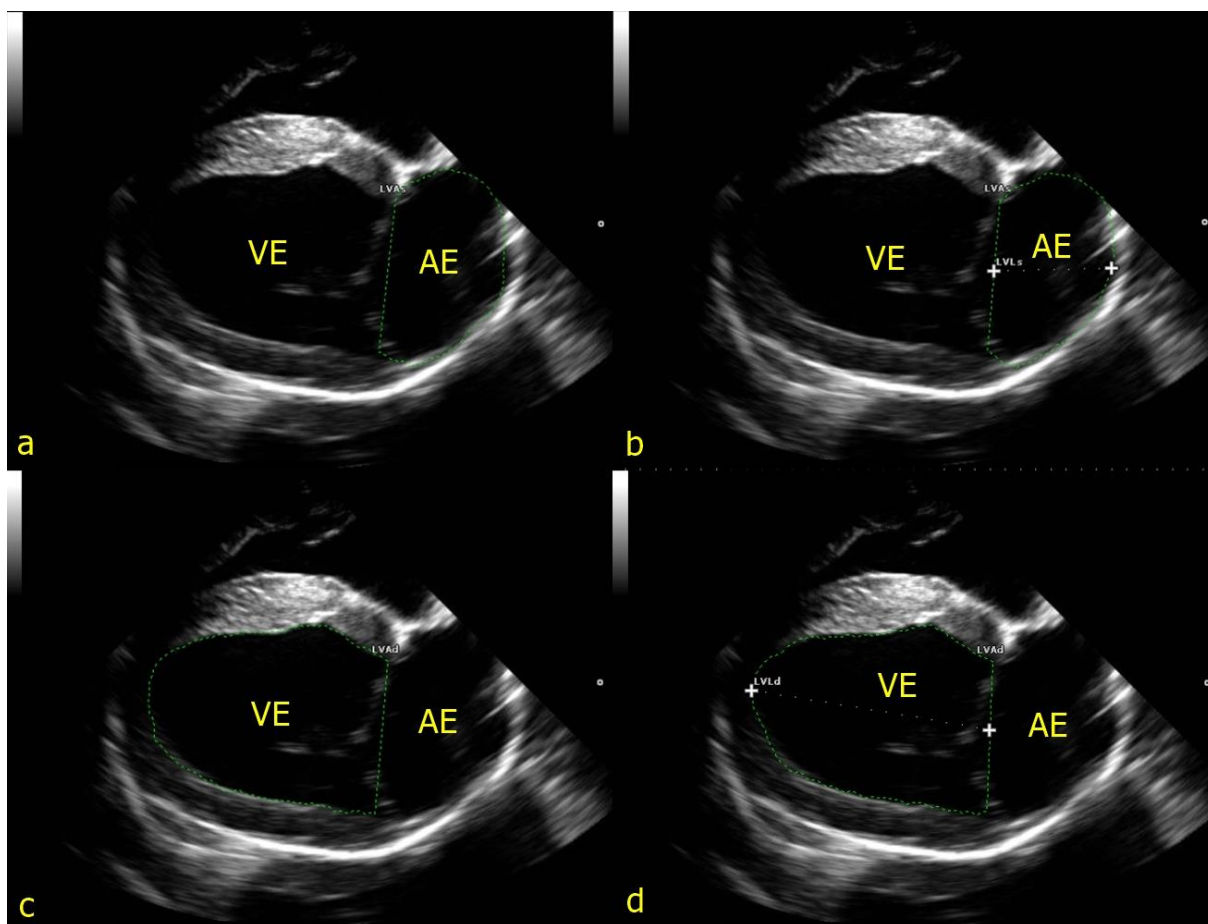


Fig 5 – Imagem ecocardiográfica em modo-B, corte longitudinal, exemplificando as mensurações de: a e b: VAEmín; c e d: VVEd. Nota-se em a: delimitação da área planimétrica mínima do átrio esquerdo; b: determinação do comprimento mínimo do átrio esquerdo desde o ânulo mitral até a base cardíaca; c: delimitação da área planimétrica do ventrículo esquerdo em diástole; d: determinação do comprimento do ventrículo esquerdo em diástole desde o ápice cardíaco até o ânulo mitral.

A diminuição da FEJ_{AE} possivelmente decorre do prejuízo no enchimento e relaxamento do VE, prejudicando sua complacência (11). Essa disfunção temporária provavelmente foi ocasionada também pela inflamação aguda ocasionada pelo procedimento cirúrgico (10). Fisiologicamente, o aumento agudo das citocinas inflamatórias promove diminuição da contratilidade cardíaca, disfunção diastólica e aumento da permeabilidade capilar [14].

TABELA 2 – Valores médios e desvios padrão das mensurações de VVEs, VVEd e FEJ_{VE}% de cavalos submetidos à pericardiotomia minimamente invasiva, nos momentos M0, M1, M2 e M3, onde *p<0,05

Parâmetro	M0	M1	M2	M3
VVEs	822,9 ± 398,3	749 ± 292,8	754,9 ± 296,1	793,9 ± 212,5
VVEd	1731,4 ± 392,7	1328 ± 326,7	1506,2 ± 384,8	1687,1 ± 511
FEJ _{VE} %	54,5 ± 11,5	44,4 ± 12,8	50,9 ± 10,8	52,6 ± 5,4

Volume ventricular esquerdo em sístole (VVEs); volume ventricular esquerdo em diástole (VVEd); fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEJ_{VE}%).

Os valores de volume ventricular (Fig 5c e 5d) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os momentos, porém nota-se uma tendência na redução de volume no M1. Suspeita-se que essa diminuição também tenha ocorrido pela diminuição da pré-carga e inflamação local pós-operatória, porém esta alteração foi temporária não havendo prejuízos à função cardíaca. A diminuição do VVEd pode também estar relacionada ao procedimento cirúrgico, visto que pode ocorrer aumento da pressão ventricular diastólica final em cães submetidos à pericardiectomia [7]. A fase diastólica inicia-se com o fechamento das valvas semilunares, seguida de relaxamento ventricular ativo, enchimento ventricular passivo e contração atrial [4]. Quando há aumento da pressão ventricular diastólica final, a quantidade de sangue que chega até o ventrículo é menor, já que esta enfrenta uma resistência maior ao entrar nesta câmara [4].

O valor médio do VVEs e do VVEd dos cavalos deste estudo estão bem acima dos valores documentados por Bonomo et al. (2014), que encontraram valores médios de 242,08 e 711,04 mL, respectivamente. A diferença pode estar relacionada à menor média de peso dos cavalos utilizados pelos autores (470 kg). Segundo Hoit et al. (1991), o preenchimento dos ventrículos esquerdo e direito é restringido pelo pericárdio, sendo observado um aumento do volume ventricular em cães submetidos à pericardiectomia.

A média da FEJ_{VE}% dos animais deste estudo está abaixo dos valores encontrados por Giannico et al. (2015) que foi de 64,63%, de Michima (2003) 66,38%, de Mirian (2014) 67,22% e de Bello et al. (2011) 73,78%. Esta média abaixo dos valores encontrados na literatura pode estar relacionada ao fato de os cavalos utilizados em nosso estudo não serem atletas. Mirian (2014) conseguiu observar em seu trabalho que há aumento da fração de ejeção em cavalos em treinamento. Quando se compara o valor basal da FEJ_{VE}% dos cavalos deste trabalho com o valor obtido no M1, nota-se significativa redução, porém no M3 os valores se aproximam novamente ao valor basal. Esta alteração pode estar relacionada à presença de inflamação local pós-operatória. Segundo Li et al. (2013), a disfunção miocárdica induzida pela inflamação é um mecanismo compensatório temporário.

Nas avaliações ecocardiográficas realizadas, não há indícios de aumento na pré-carga pós pericardiotomia minimamente invasiva em cavalos, inclusive, nas primeiras horas pós-operatórias notou-se diminuição da pré-carga. Isto se deve, possivelmente, em consequência de um menor retorno venoso, atribuído à vasodilatação periférica que ocorre em consequência à inflamação cirúrgica [3]. Visto que a inflamação tem relação com a diminuição do retorno venoso, este fato não é observado aos 28 dias pós-cirúrgico. Novos estudos devem ser realizados para verificar o que ocorre nos cavalos submetidos à pericardiotomia, especialmente nos atletas.

Embora os achados deste estudo tenham sido muito significativos, algumas limitações foram notadas, como o pequeno número de animais utilizados nos procedimentos, o curto tempo de avaliação após a cirurgia, a curva de aprendizado do cirurgião que acarretou em procedimentos mais longos no início do estudo e a não padronização de raças e idade dos animais.

3.6 CONCLUSÃO

A ecocardiografia permitiu avaliar o volume atrial esquerdo máximo e mínimo, volume ventricular esquerdo em sístole e diástole, fração de ejeção atrial e fração de ejeção ventricular, comprovando que a pericardiotomia interferiu nestas variáveis de forma transitória por no máximo 72 horas.

3.7 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

Trabalho aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná – Brasil, em reunião de 17/12/2015, sob protocolo número 081/2015.

3.8 REFERÊNCIAS

1. Decloedt, A., Clercq, D. De, Ven Sofie, S., Vekens, N. Van Der, Sys, S., Broux, B. and Loon, G. van (2016) Echocardiographic measurements of right heart size and function in healthy horses. *Equine Vet. J.* 1–7.
2. Prada, D.G. and Yamaki, F.L. (2012) Avaliação ecocardiográfica do átrio esquerdo de cães saudáveis por meio do modo-M convencional e do modo bidimensional. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* **64**, 585–592.
3. Marr, C.M. and Bowen, M. (2010) *Cardiology of the horse*, second edi., Saunders.
4. Sousa, A.C.S. (2006) Volume atrial esquerdo como índice de função diastólica. *Arq. Bras. Cardiol.* **87**, e27–e33.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2006001600031&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.
5. Brunner, M., Moeslinger, T. and Spieckermann, P.G. (1995) Echocardiography for teaching cardiac physiology in practical student courses. *Adv. Physiol. Educ.* **13**, 2–9.
6. Zoppa, A.L.D.V. De, Alvarenga, J. De, Silva, L.C.L.C. Da, Ferreira, M.A. and Migliati, E.R. (2001) Toracoscopia em eqüinos: técnica e emprego como método de avaliação da cavidade pleural. *Ciência Rural* **31**, 825–830.
7. Hoit, B.D., Dalton, N., Bhargava, V. and Shabetai, R. (1991) Pericardial influences on right and left ventricular filling dynamics. *Circ. Res.* **68**, 197–208.
<http://circres.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.RES.68.1.197>.
8. Belenkie, I., Sas, R., Mitchell, J., Smith, E.R. and Tyberg, J. V (2004) Opening the pericardium during pulmonary artery constriction improves cardiac function. *J. Appl. Physiol.* **96**, 917–922. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14578366>.
9. Hammond, H.K., White, F.C., Bhargava, V. and Shabetai, R. (1992) Heart size and maximal cardiac output are limited by the pericardium. *Am. J. Physiol.* **263**, H1675–H1681.
10. Voros, K., Holmes, J.R. and Gibbs, C. (1991) Measurement of cardiac dimensions with two- dimensional echocardiography in the living horse. *Equine Vet. J.* **23**, 461–465.
11. Textor, J.A., Ducharme, N.G., Gleed, R.D., Hackett, R.P., Erb, H.N., Mitchell, L. and Soderholm, L. V (2006) Effect of pericardiotomy on exercise- induced pulmonary hypertension in the horse. *Equine Comp. Exerc. Physiol.* **3**, 45–51.
12. Bonomo, C.C.M., Michima, L.E.S. and Miyashiro, P. (2014) Avaliação ecocardiográfica do desenvolvimento cardíaco de cavalos atletas : comparação entre atividades físicas distintas. *Pesqui. Vet. Bras.* **34**, 923–927.
13. Sciarretta, S., Paneni, F., Palano, F., Chin, D., Tocci, G., Rubattu, S. and Volpe, M. (2009) Role of the renin-angiotensin-aldosterone system and inflammatory processes in the development and progression of diastolic dysfunction. *Clin. Sci.* **116**, 467–477.
14. Cotter, G., Felker, G.M., Adams, K.F., Milo-Cotter, O. and O'Connor, C.M. (2008) The pathophysiology of acute heart failure-Is it all about fluid accumulation? *Am. Heart J.* **155**, 9–18.
15. Giannico, A.T., Dornbusch, P.T., Montiani-Ferreira, F., Barros-Filho, I.R., Deconto, I. and Oliveira, S.T. (2015) Medidas ecocardiográficas de cavalos de tração da região metropolitana de Curitiba-PR Echocardiographic measurement of cart horses in the metropolitan region of Curitiba-PR. *Semin. Ciências Agrárias* **36**, 827–838.

16. MICHIMA, L.E.S. (2003) *Avaliação das dimensões e índices cardíacos obtidos por ecocardiograma em eqüinos de enduro criados no estado de São Paulo.*
17. Mirian, M. (2014) *Avaliação comparativa do grau de esforço e condição cardíaca em cavalos árabes e mestiços árabes submetidos a treinamento de resistência , avaliados através de teste de esforço máximo em esteira.*
18. Bello, C.A.O., Lima, E.M.M., Silva, C.E. V., Godoy, R.F. and Teixeira Neto, A.R. (2011) Estabelecimento de índices ecocardiográficos de cavalos de polo. *Pesquisa* **31**, 495–498.
19. Li, Y., G, S., Peng, Y. and Chen, X. (2013) Inflammation and cardiac dysfunction during sepsis, muscular dystrophy, and myocarditis. *Burn. Trauma* **1**, 109–121. <http://archive.burnstrauma.com/article.asp?issn=2321-3868;year=2013;volume=1;issue=3;spage=109;epage=121;aulast=Li>.